



ANÁLISIS COMPARADO DE LA BIODIVERSIDAD DE FORMACIONES VEGETALES TROPICALES Y SUBTROPICALES Y PROBLEMAS METODOLÓGICOS ASOCIADOS

Rafael Camara Artigas
Universidad de Sevilla

Valéria Raquel Porto de Lima
Universidade Federal da Paraíba

Resumen

Se realiza un análisis comparativo de la biodiversidad calculado alfa considerando solo las especies con Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) o todas las especies leñosas sobre las tres muestras de vegetación de la caatinga paraibana con diez parcelas cada una: sobre llanura, sobre vertiente de inselberg, y somitales en inselbergs. El estudio comparativo para el caso de la caatinga muestra que no hay diferencias significativas en la Biodiversidad alfa con índices paramétricos y no paramétricos si consideramos el conjunto de los individuos leñosos (fanerófitos y caméfitos) o si consideramos solo las especies leñosas que presentan DAP. Esta aportación es útil para su aplicación en los medios tropicales pero carece de sentido en los medios subtropicales donde la mayor diversidad se encuentra en especies arbustivas y subarbustivas que no presentan DAP.

Palabras Clave: Biodiversidad. Tropical. Subtropicales.

ANALISE COMPARADA DA BIODIVERSIDADE DE FORMAÇÕES TROPICAIS E SUBTROPICAIS: problemas metodológicos associados

Resumo

Foi desenvolvido uma análise comparativa da biodiversidade calculada de alfa considerando apenas as espécies com diâmetro na altura do peito (DAP) ou todas as espécies lenhosas sobre três parcelas diferentes de vegetação da Caatinga paraibana com dez parcelas em cada uma: sobre superfície plana, sobre a vertente dos *inselbergs* e na parte superior, somital dos *inselbergs*. O estudo comparativo para o caso da vegetação de caatinga mostra que não existe diferenças significativas da biodiversidade alfa com índices paramétricos e no paramétricos se consideramos o conjunto dos indivíduos lenhoso (fanerófitos e caméfitos) o se

considerarmos apenas as espécies lenhosas que apresentem DAP. O artigo é útil para sua aplicação em meios tropicais, porém, carece de sentido nos meios subtropicais onde a maior parte da diversidade se encontra nas espécies arbustivas e subarbustivas que não apresentam DAP.

Palavras-chave: Biodiversidade. Tropical. Subtropicais.

LA MEDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad (biodiversity) es la contracción de la expresión «biological diversity» que se utiliza por primera vez en 1986 en el título de una conferencia sobre el tema, en el *National Forum on BioDiversity*, convocada por Walter G. Rosen, a quien se le atribuye la introducción del término.

La *Cumbre de la Tierra* (Río de Janeiro en 1992) plantea la necesidad de conciliar la preservación futura de la biodiversidad con el progreso humano según criterios de sostenibilidad o sustentabilidad. El *Convenio internacional sobre la Diversidad Biológica* (aprobado en Nairobi el 22 de mayo de 1992), dice que la biodiversidad o diversidad biológica hace referencia a la “amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano”.

La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta.

Estos conceptos generales son los que podemos encontrar en cualquier artículo o texto relativo a la diversidad biológica. Pero muchos de éstos obvian dos cuestiones muy importantes: cómo se mide la biodiversidad y cuáles son los métodos para medirla.

Cuando se habla de la biodiversidad simplemente o de la pérdida de biodiversidad, generalmente se habla de la riqueza, el número de especies. Pero éste es sólo uno de los índices para medir la diversidad biológica.

La medida de la diversidad considera dos factores: la riqueza de especies, que es el número de especies, y la uniformidad (equitatividad), es decir, en qué medida las especies son abundantes por igual (Magurran, 1989). Las diferencias entre los índices de diversidad se hallan en el peso relativo que dan a la uniformidad y la riqueza de especies.

Para estudiar, conocer y comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje se utilizan los índices alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una muestra territorial (Whittaker, 1972) Entre los tipos de índices alfa que podemos utilizar dentro de esta división podemos identificar dos grandes grupos (Moreno, 2000):

Modelos no paramétricos:

- a) Riqueza específica: Margalef, Menhinick, riqueza de especies, Chao 2, Bootstrap.
- b) Estructura: Chao 1, Estadístico Q
 - Indices de abundancia proporcional:
 - b.1) Dominancia: Simpson, Serie de Hill, Berger-Parker
 - b.2) Equidad: Shannon, Pielou, Brillouin, Equidad de Hill

Modelos paramétricos:

- a) Serie geométrica
- b) Serie logarítmica
- c) Distribución lognormal
- d) Modelo vara quebrada

La diversidad beta ó diversidad entre hábitats mide el grado de remplazamiento de especies a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972) y se basa en proporciones o diferencias (Magurran, 1989) mediante datos cualitativos (ausencia/presencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de las especies como número de individuos, biomasa, cobertura, etc.).

La diversidad gamma es la riqueza en especies de un grupo de hábitats, que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales que lo componen, y del grado de diferencia entre ellas (diversidad beta) (Moreno, 2000).

El problema del análisis de biodiversidad en el mediterráneo (subtropical): las especies arbustivas

Cuando acometemos el análisis de la biodiversidad de una comunidad según los índices antes descritos debemos considerar cual es el biotipo considerado para el análisis.

Para el levantamiento de las parcelas de una muestra de la comunidad se considera una forma (cuadrado, rectangular, circular) y tamaño de la superficie. En esa misma superficie, por razones prácticas, no se pueden considerar a la vez las especies herbáceas y las leñosas (fanerófitos y caméfitos). Si la parcela es muy grande (100 m² x 10) necesaria para las leñosas no podemos contar todos los individuos de herbáceas de esos 1000 m², ya que significaría una inversión de tiempo y/o personas muy alta. Si consideramos parcelas abarcables para las herbáceas (1 a 4 m² x 10) puede que en ella entre unas pocas especies leñosas que no se representaivas para el estudio de biodiversidad, ya que no llega ni a la mitad (40 m²) de una de las diez parcelas de la muestra.

Es por ello que una primera decisión que hay que tomar es si se va a realizar el estudio de diversidad de herbáceas o de especies leñosas.

En éste último caso, si nos decidimos por las especies leñosas, la tradición de inventarios forestales es que solo se inventarién aquellos un individuos que tienen un DAP (Diámetro a la Altura del pecho, aprox. 1.30 m.) mayor a 2 ó 2.5 cm (a veces más), con lo que quedan excluidas las especies arbustivas.

Y aquí entramos en otra cuestión importante. En el mundo tropical, donde la riqueza de especies arbóreas en los bosques tropicales es muy alta, estos estudios con el criterio explicado de anotación del DAP son útiles, y así se suelen aplicar (Gentry, 1982). Pero en los medios subtropicales, como el mediterráneo, o incluso en los templados fríos, donde las especies leñosas con DAP engloban a unas pocas, este criterio no es útil para el estudio de la biodiversidad de estas comunidades. Por ello Cámara (2013) ha identificado un método de inventario para estos medios subtropicales y templados fríos, que considera todas las especies leñosas, tengan o no DAP.

No obstante queda la duda de cuáles son las diferencias de resultados según se aplique uno u otro método. Por ello, hemos hecho, en este trabajo un análisis de la diversidad alfa comparativo de la aplicación de ambos métodos en tres tipos de comunidades de vegetación de caatinga de Paraiba (Brasil) y presentar aquí sus resultados.

Análisis de la diversidad alfa con métodos no parámetros y parámetros de tres tipos de formaciones vegetales de la caatinga de Paraiba

Para el análisis hemos considerado tres tipos de formaciones:

- Formaciones arbustivas en llanura resultado de la degradación del bosque original de caatinga (CAML).
- Formaciones en vertiente en inselbergs como refugio del bosque original de caatinga con más o menos perturbación (CABV).
- Formación de caatinga en áreas somitales de inselbergs, con menos perturbación antrópica y condiciones mayor de humedad (CABQ).

Métodos no paramétricos de análisis de diversidad alfa

El primer análisis que realizamos es la comparación entre los índices de diversidad aplicando los dos métodos a las mismas parcelas. Para ello se realiza el inventario de todas las especies leñosas y luego se consideran sólo las que tienen un DAP >2 cm.

Hay un cambio significativo de riqueza de especies para la muestra CABQ (bosque somital en inselbergs) que pasa de 43 a 55 especies. También existe un cambio en las formaciones arbustivas de llanura CAML (de 48 a 55 especies), y prácticamente nulo en la muestra CABV (formaciones de caatinga en vertiente de inselberg).

Los individuos varían en torno a 100 entre un método y otro, excepto en la formación arbustiva de llanura CAML en la que hay una diferencia de 500 individuos, lo que pone de manifiesto su estructura predominantemente arbustiva.

Tabla 1. Índices alfa de diversidad no paramétricos para el método Gentry (medición sólo de individuos con DAP>2 cm) y método Cámara (individuos de todas las especies leñosas con o sin DAP)

| | DAP | | | todos | | |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | CABQ | CABV | CAML | CABQ | CABV | CAML |
| Taxa_S | 43 | 44 | 48 | 55 | 45 | 55 |
| Individuals | 321 | 345 | 395 | 474 | 431 | 944 |
| Dominance_D | 0.050 | 0.092 | 0.106 | 0.055 | 0.084 | 0.087 |
| Simpson_1-D | 0.950 | 0.908 | 0.894 | 0.945 | 0.917 | 0.913 |
| Shannon_H | 3.307 | 2.981 | 2.910 | 3.408 | 3.004 | 2.996 |
| Evenness_e^H/S | 0.635 | 0.448 | 0.382 | 0.549 | 0.448 | 0.364 |
| Brillouin | 3.092 | 2.789 | 2.729 | 3.215 | 2.839 | 2.894 |
| Menhinick | 2.400 | 2.369 | 2.415 | 2.526 | 2.168 | 1.790 |
| Margalef | 7.277 | 7.359 | 7.861 | 8.765 | 7.253 | 7.883 |
| Equitability_J | 0.879 | 0.788 | 0.752 | 0.851 | 0.789 | 0.748 |
| Fisher_alpha | 13.350 | 13.380 | 14.310 | 16.100 | 12.650 | 12.730 |
| Berger-Parker | 0.100 | 0.246 | 0.268 | 0.162 | 0.211 | 0.177 |
| Chao-1 | 50.200 | 51.800 | 63.000 | 60.140 | 53.250 | 70.600 |

Con estos datos, vemos que los índices de diversidad alfa no presentan grandes diferencias: Simpson, Shannon, Brillouin, y Equitabilidad-J, permanecen prácticamente iguales, lo que defendería que la aplicación de ambos métodos es indiferente y abogaría entonces por aplicar el método Gentry, que es menos costoso en inversión de tiempo, dando los mismos resultados.

Los índices de Berger-Parker y Chao-1 si presentan diferencias más claras, especialmente en CABQ y CAML.

El índice de Berger Parker es un índice de abundancia proporcional que mide la dominancia. Un aumento del valor del índice se interpreta como un aumento de la dominancia y una disminución de la equidad (Magurran, 1989). Por lo tanto en nuestro análisis el método de inventario por DAP registra una mayor dominancia que el que considera todos los individuos leñosos.

Chao 1 es un estimador del número de especies de una comunidad basado en el número de especies raras de la muestra (Moreno, 2000). Considera la suma de las especies de la muestra más la proporción ($a^2/2b$) en la que (a) es el número de especies que tienen un solo individuo y (b) son las especies que tienen sólo dos individuos. En el análisis el valor de Chao 1 aumenta en el método de Cámara, con lo que el número de especies raras con respecto a las especies presentes es mayor.

Métodos paramétricos de diversidad alfa

Para profundizar en el análisis comparativos hemos aplicado índices de diversidad alfa paramétricos, aplicando la curva rango abundancia, los modelos de distribución, la curva k-dominancia, el análisis renyi, las curvas de rarefacción y la curva de distribución de Preston.

La curva rango abundancia

En esta curva el Rango (eje-x) la especie más abundante toma el valor 1, la siguiente el valor 2... (etc). La abundancia relativa (eje-y) muestra la proporción de la abundancia total correspondiente a la especie. Así el valor máximo de X indica la riqueza, y la pendiente de la curva la equitatividad (a más pendiente menos equitatividad).

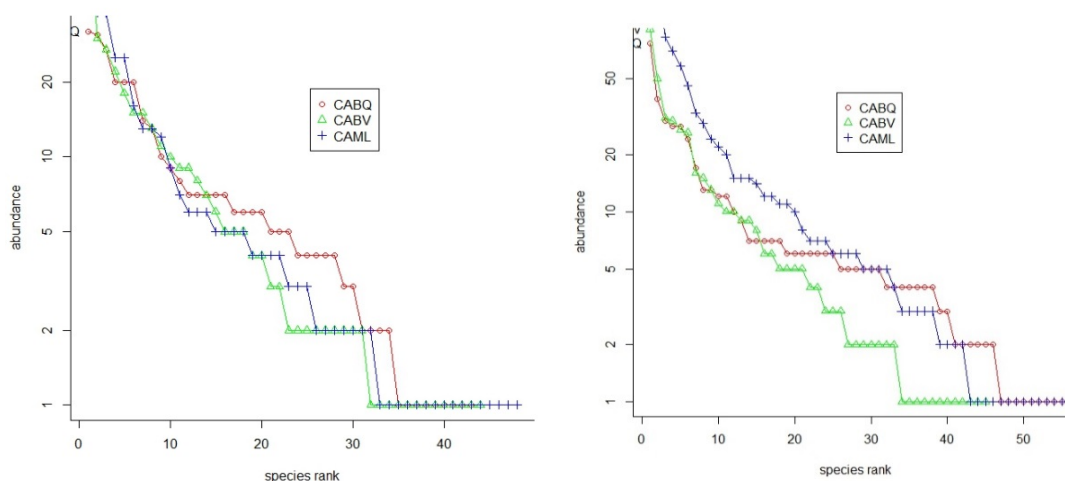


Figura 1. Curvas Rango abundancia solo individuos con DAP (izquierda) y todos los individuos leñosos (derecha).

En la comparativa de los dos métodos (Figura 1) hay una mayor riqueza de CAML y más equitatividad en CABQ con el método Gentry, aunque esto no está muy definido por que estas curvas se entrecruzan. Cuando se consideran todos los individuos las curvas de CAML y CABQ se vuelven a entrecruza, pero parece que CABQ sigue siendo más equitativa. Para ambos métodos de inventario la venos diversa es CABV.

Modelos de distribución de especies

La cantidad de individuos que puede alcanzar una especie en la comunidad está relacionado con la cantidad de recursos que se apropie, especialmente con la gama de recursos. Si una especie concentra la mayor parte de los individuos en unos pocos tipos de recursos, y estos son escasos, será menos abundante que una que muestre mayor amplitud (Magurran, 1989). Considerando una dimensión del nicho, hay distintos modelos sobre cómo se reparten los recursos entre las especies de una comunidad, que producen distintos patrones de abundancia relativa. Los modelos de distribución de las Curvas de rango-abundancia describen la diversidad de la taxocenosis (la riqueza y abundancias relativas de las especies). Hay cuatro tipos principales de distribuciones (Magurran, 1989; y Moreno, 2000):

Serie geométrica (Preemption): unas pocas especies son dominantes con las restantes prácticamente raras. Es la menos equitativa. Las especies que colonizan un hábitat utilizan una fracción constante del recurso disponible, k , y como en el modelo de Mac Arthur, la abundancia es proporcional a la fracción del nicho ocupado

Serie logarítmica (Zipf y Mandelbrot): la Ley de Zipf afirma que un pequeño número de palabras son utilizadas con mucha frecuencia, mientras que frecuentemente ocurre que un gran número de palabras son poco empleadas. Esta afirmación, expresada matemáticamente quedaría de la siguiente forma:

$$P_n = 1/n_a$$

Es una Ley empírica de la mínima entropía de sistemas donde los organismos aumentan en frecuencia de aparición de especies en un ecosistema o desaparecen en función de efectos competitivos.

El modelo de la serie logarítmica predice un número pequeño de especies abundantes y una gran proporción de especies raras por lo que al igual que la serie geométrica, es aplicable cuando uno a unos pocos factores dominan la ecología de la comunidad, como en las etapas iniciales de la sucesión (Magurran, 1989)

Log normal: se basa en la idea de que el número de individuos por especie sigue una distribución normal, con muchas especies en valores intermedios y pocas muy poco o muy abundantes. Se trunca a la izquierda porque no hay especies con menos de un individuo. De acuerdo con este modelo, cuando un gran número de factores determinan el número de individuos por especie, la variación al azar de estos factores dará por resultado la distribución normal del número de individuos por especie.

Modelo de palo quebrado (broken stick model) de MacArthur (Null): cada especie contribuye al total de individuos con una fracción que puede ser representada como fragmentos de una vara rota al azar. Aunque el nicho sea multidimensional, solo una de las dimensiones o recursos actúa como limitante. Los límites del nicho de cada especie se determinan aleatoriamente. No hay superposición entre los nichos de las distintas especies. La vara representa el recurso limitante a repartir, que se rompe en $S-1$ puntos arrojados al azar, quedando dividida en trozos contiguos, sin superposición, cuya longitud será proporcional a la abundancia de cada especie.

Sir Robert May uno de los ecólogos matemáticos más afamados a nivel mundial, demostró en 1975 y 1981 que la mayor parte de las comunidades inalteradas, la distribución de especies suele ajustarse con preferencia a la serie normal logarítmica. Sin embargo, las comunidades pobres en especies (primeros estadios de una sucesión ecológica) o sujetas a estrés, suelen ajustarse a las series con menor equitabilidad (logarítmica y geométrica). Lo mismo parece ser cierto para pequeñas muestras de comunidades extensas. De este modo, el cambio de ajuste de una distribución lognormal a otra geométrica o logarítmica ha sido utilizado como indicador indirecto de impactos ambientales por diversos investigadores.

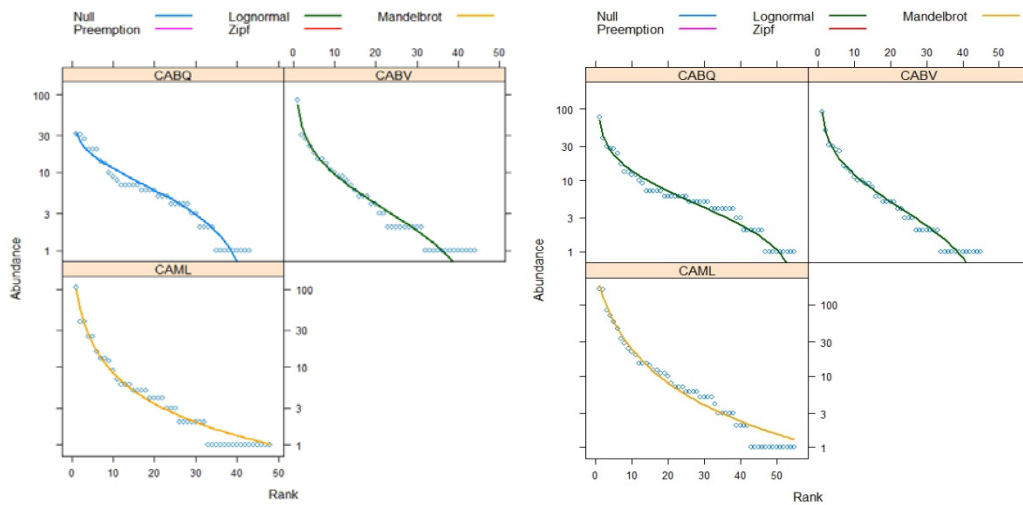


Figura 2. Modelos de distribución de especies (radfit) solo individuos con DAP (izquierda) y todos los individuos leñosos (derecha).

Seguindo estos modelos podemos observar que para el caso de las muestras medidas con el método de Gentry CABQ tiene una distribución que se adapta al modelo del palo quebrado, CABV a la lognormal y CAML a la logarítmica (Mandelbrot). Cuando consideramos todos los individuos sólo se produce un cambio en CABQ que pasa a lognormal (figura 2).

Curva K-dominancia

El K curva-dominancia es una poderosa herramienta para la medición de las tendencias de abundancia en las comunidades a través del tiempo. K curvas-dominancia son la abundancia clasificada acumulada contra un registro de rango de especies (Jennings et al. 2001). La lógica detrás del uso de estas curvas como indicadores es que sólo el subconjunto de especies que pueden tolerar la perturbación va a prosperar y el resto se reducirá o desaparecer. Por lo tanto, la curva más pronunciada y más elevada muestra la diversidad más baja y el estado del sistema más perturbado (Rice, 2000). Esta métrica tiene una amplia aplicación para medir los cambios en las relaciones a través del tiempo y potencialmente podría aplicarse para realizar un seguimiento conjuntos de especies que han sido identificadas como de diagnóstico de los tipos de hábitat. La investigación adicional en la utilidad de las curvas de k-dominancia a través de una variedad de los ecosistemas podría aclarar estos efectos de la focalización.

Cuando más baja sea la curva mayor será la diversidad del ecosistema y menos perturbado estará.

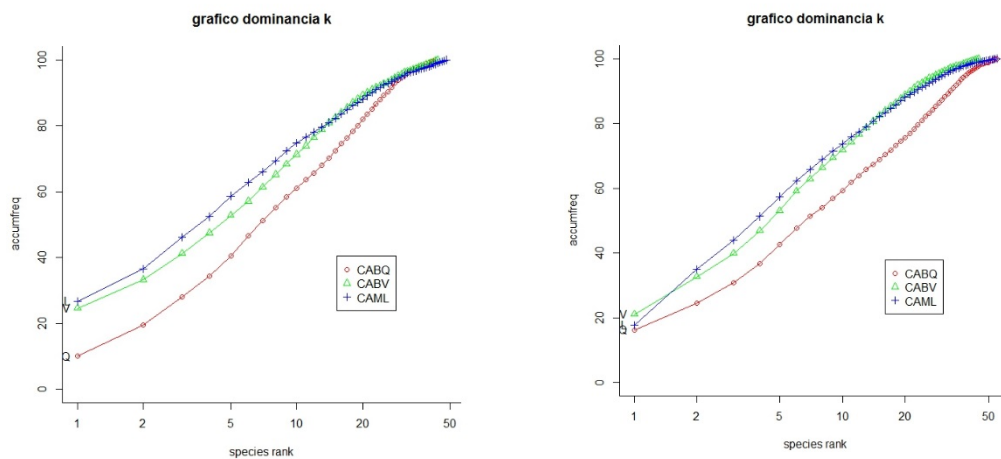


Figura 3. Curva de k-dominancia) solo individuos con DAP (izquierda) y todos los individuos leñosos (derecha).

La curva de K-dominancia de CABQ siempre está por debajo, por lo que marca más diversidad que los otras dos. Las curvas de CABV y CAML se entrecruzan y por lo tanto el análisis no es certero, aunque en los dos casos se ve un medio más perturbado para CAML que para CABV, y estos dos, a su vez, más perturbados que CABQ (figura 3).

Curvas de rarefacción

Existe una clara diferencia en las curvas de rarefacción de individuos para el caso de CABQ, que alcanza un número de especies más altos con el método de Cámara, y menor con el de Gentry. CAML tiene un comportamiento similar en los dos casos, aunque con el método de Cámara alcanza más especies (>55), El comportamiento de CATV es similar en los dos métodos de inventario (**Figura 4**)

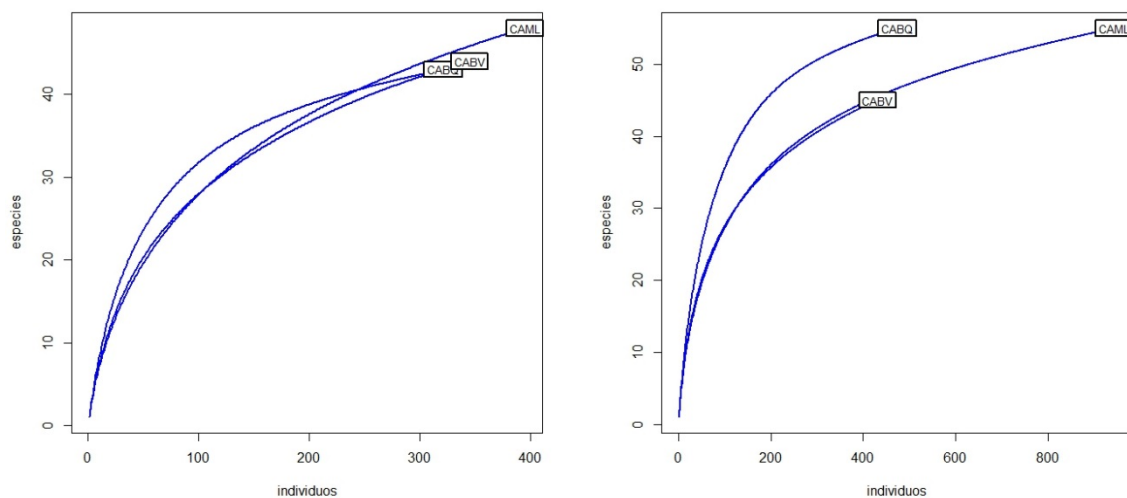


Figura 4. Curvas de rarefacción solo individuos con DAP (izquierda) y todos los individuos leñosos (derecha).

Análisis de Renyi

Permite generar una gráfica de las diversidades máxima, media y mínima en función de la entropía y la aleatoriedad. Las curvas que presentan valores de Renyi por encima de la mediana en todos los órdenes significa que son más diversas. Las entropías de Rényi dan información fundamental a los índices de diversidad y proporcionan conexiones con las dimensiones fractales.

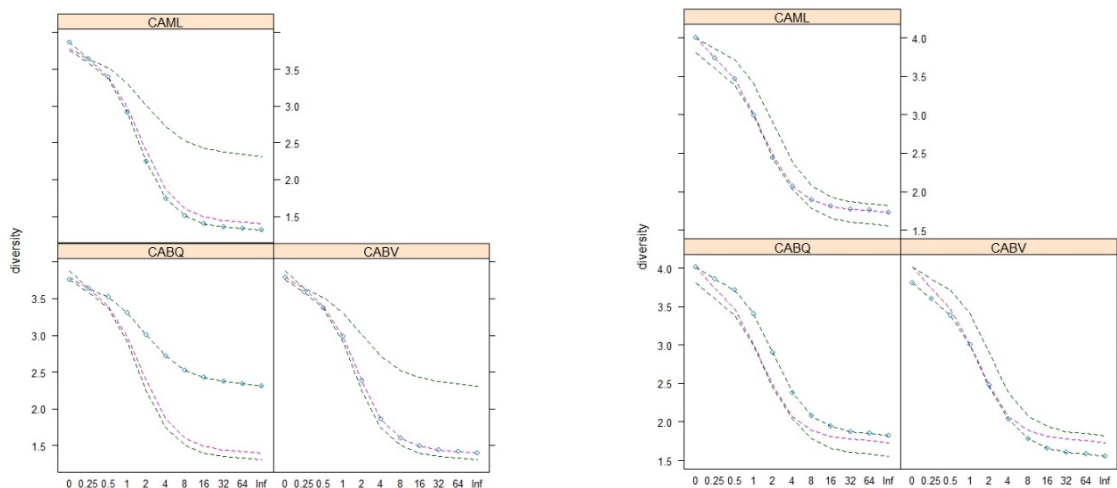


Figura 5. Análisis de Renyi solo individuos con DAP (izquierda) y todos los individuos leñosos (derecha).

En nuestro análisis comparativo los resultados para Renyi según los dos métodos son similares, siendo más diversa CABQ, con los dos métodos de inventario. Sin embargo con el método Gentry es más diverso CABV que CAML, y con el de Cámara al revés (Figura 5).

Distribución de Preston

La distribución normal logarítmica es una curva simétrica en forma de campana, pero si los datos a los cuales la curva se ajusta derivan de una muestra finita, la porción izquierda de la curva (representada por las especies raras y por lo tanto no muestreadas) puede quedar cortada. Preston denominó línea de velo (*veil line*) al punto de truncamiento de la curva. Sólo en anchas áreas biogeográficas con gran colección de datos aparece la curva completa (Magurran, 1989).

En nuestro caso, si consideramos la distribución para todas las especies inventariadas en las tres formaciones, diferenciadas por los dos métodos (Figura 6), ninguna de las dos distribuciones se ajusta perfectamente a la curva normal logarítmica. La del método por el DAP las octavas llegan como máximo a 30 especies y en la de todos los individuos leñosos alcanza las 40 especies en la cuarta octava

Tabla 2. Especies veladas según los dos métodos comparados

| | Extrapoladas | Observadas | Veladas |
|-------------|--------------|------------|---------|
| Met. Gentry | 93.11 | 78 | 15 |
| Met. Cámara | 91.8 | 86 | 5.82 |

Si observamos las especies veladas en la Tabla 2, vemos que estas son más con el Método de Gentry que con el de Cámara

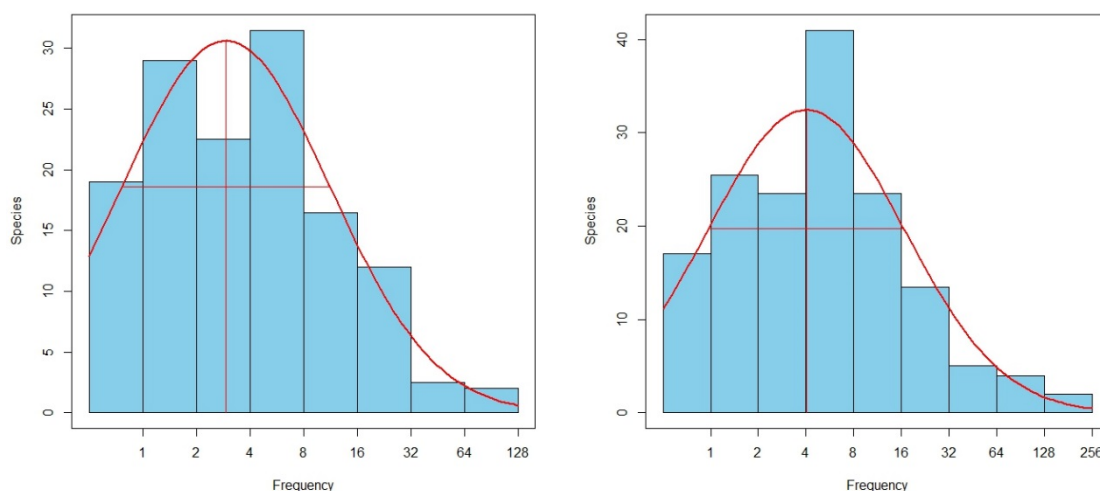


Figura 6. Distribución de Preston de las tres formaciones con solo individuos con DAP (izquierda) y todos los individuos leñosos (derecha).

CONCLUSIONES

En las muestras analizadas con los dos métodos no existen grandes diferencias entre las muestras con individuos con DAP y las de todos los individuos leñosos en lo que se refiere a los índices alfa no paramétricos.

En lo que respecta a los índices alfa paramétricos las diferencias son también pequeñas.

En ambos casos las diferencias las marcan la mayor presencia de especies raras cuando inventariamos todos los individuos leñosos, pero este aumento de especies raras no afecta la proporcionalidad y la equidad.

En la Tabla 3 se puede observar que sólo 8 especies presentan más de 20 individuos de diferencia entre los dos métodos (con 1067 individuos frente 1849 individuos entre los dos métodos):

Aspidosperma pyriformium
Croton echioides
Croton sonderianus
Jatropha mollissima
Mimosa ophthalmocentra
Poincianella pyramidalis

Sida sp.

Solanum paniculatum

La mayoría de ellas de porte arbóreo con DAP en su desarrollo maduro, y sólo las dos últimas de un comportamiento más claramente arbustivo.

Sería preciso hacer más análisis de éste tipo para concluir, tal como parece indicar el trabajo realizado, que no hay diferencia significativa en los índices de diversidad entre los dos métodos, lo cual nos lleva a dos aportaciones:

- que en el mundo tropical sería suficiente con aplicar el método Gentry para obtener los mismo resultados de diversidad que con el método de Cámara.
- que por lo tanto, y por esta misma razón, la aplicación del método de Cámara en el mundo subtropical donde predominan las especies arbustivas con unas pocas con DAP sería el más indicado.

BIBLIOGRAFÍA

Cámara (2013) Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (I): fundamentos metodológicos. Estudios Geográficos. Vol. LXXIV, 274, pp. 67-88

Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology*. Hecht, Wallace and Prance". Plenum Publishing Corporation, 15, pp. 1-54

Biology. Hecht, Wallace and Prance". Plenum Publishing Corporation, 15, pp. 1-54. Magurran A. (1989) *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. Barcelona.

Moreno C. E. (2000): *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA. CYTED, ORCYT-Unesco, SEA. Zaragoza.

Whittaker R. H. (1972). Evolution and Measurement of Species Diversity, *Taxon* Vol. 21, No. 2/3 (May), pp. 213-251

Rice, J. C. (2000). Evaluating fishery impacts using metrics of community structure. –*ICES Journal of Marine Science*, 57: 682–688.

Jennings S., Pinnegar J.K. , Polunin N. V.C. , Warr K. J. (2001). Impacts of trawling disturbance on the trophic structure of benthic invertebrate communities *Marine ecology progress series* Vol. 213: 127–142, 2001

Contacto con o autor: rcamara@us.es

Recebido em: 04/07/2015

Aprovado em: 04/12/2015

Tabla 3. Individuos por especie según los dos métodos de inventario. En rojo las diferencias más altas en número de individuos entre los dos métodos.

| especies | DAP | | | | TODOS | | | | Diferencia |
|--|------|------|------|-------------|-------|------|------|-------------|------------|
| | CABQ | CABV | CAML | suma indiv. | CABQ | CABV | CAML | suma indiv. | |
| Aniba sp. | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| Acacia paniculata Willd. | 0 | 9 | 0 | 9 | 0 | 11 | 0 | 11 | 2 |
| Allamanda blanchett A. DC. | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 |
| Amburana cearensis (Allemão) A.C. Sm | 5 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan | 7 | 30 | 9 | 46 | 12 | 30 | 20 | 62 | 16 |
| Aspidosperma pyrifolium Mart. | 20 | 1 | 16 | 37 | 30 | 1 | 46 | 77 | 40 |
| Aspidosperma spruceanum Benth. ex Müll.Arg. | 10 | 1 | 0 | 11 | 10 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| Bauhinia chellantha (Bang.) Steud. | 31 | 6 | 7 | 44 | 39 | 9 | 8 | 56 | 12 |
| Bromelia laciniosa Mart. ex Schult. & Schult f. | | | | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 15 |
| Caesalpinia ferrea Mart. | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 |
| Canavalia brasiliensis Mart ex. Benth | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Capparis flexuosa (L.) L. | 27 | 15 | 6 | 48 | 28 | 16 | 12 | 56 | 8 |
| Capparis yca Mart. & Eichler | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 |
| Cassia tetrafila Linn. | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 0 | 3 | 4 | 1 |
| Ceiba glaziovii (Kuntze) K. Schum | 5 | 0 | 0 | 5 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Cereus jamacaru DC. | 6 | 5 | 2 | 13 | 6 | 5 | 2 | 13 | 0 |
| Chamaecrista hispida (Vahl) H.S.Irwin & Barneby | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 7 | 7 | 3 |
| Cnidocolus quercifolius Pohl. | 4 | 0 | 0 | 4 | 5 | 0 | 0 | 5 | 1 |
| Cnidocolus urens (L.) Arthur. | 1 | 0 | 13 | 14 | 5 | 0 | 22 | 27 | 13 |
| Combretum duarteianum Cambess. | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 12 | 12 | 11 |
| Combretum leprozum Mart. | 6 | 2 | 1 | 9 | 6 | 2 | 1 | 9 | 0 |
| Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett | 4 | 1 | 4 | 9 | 4 | 1 | 6 | 11 | 2 |
| Conceveiba guianensis Aubl. | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Cardia goeldiana Huber. | 0 | 7 | 0 | 7 | 0 | 10 | 0 | 10 | 3 |
| Cardia leucocephala Moric. | 1 | 4 | 6 | 11 | 7 | 4 | 6 | 17 | 6 |
| Croton argyrophylloides Mull. Arg | 0 | 22 | 0 | 22 | 0 | 31 | 0 | 31 | 9 |
| Croton echinoides Baill. | 32 | 11 | 25 | 68 | 77 | 26 | 70 | 173 | 105 |
| Croton rhamnifolioides Pax & K. Hoffm. | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 5 | 0 | 5 | 3 |
| Croton sonderianus Müll Arg. | 8 | 18 | 38 | 64 | 12 | 50 | 167 | 229 | 165 |
| Croton tricolor Klotzsch ex Baill. | 6 | 1 | 0 | 7 | 13 | 1 | 1 | 15 | 8 |
| Erythroxylum sp. | 4 | 5 | 2 | 11 | 5 | 6 | 3 | 14 | 3 |
| Euphorbia phosphorea Mart. | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 6 | 6 |
| Euphorbia tirucalli L. | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Guapira venosa (Choisy) Lundell | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Guapira pernambucensis (Casar.) Lundell | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Helietta apiculata Benth. | 7 | 2 | 0 | 9 | 7 | 2 | 0 | 9 | 0 |
| Himatanthus lancifolius (Müll. Arg.) Woodson | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 | 7 | 6 |
| Hymenaea caubaril L. | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Jatropha mollissima (Pohl) Baill. | 14 | 10 | 25 | 49 | 17 | 10 | 83 | 110 | 61 |
| Lantana camara L. | 1 | 4 | 0 | 5 | 1 | 6 | 1 | 8 | 3 |
| Leucochloron sp. | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 | 0 | 6 | 6 | 0 |
| Luetzelburgia auriculata (Allemão) Ducke | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| Manihot glaziovii Mull. Arg. | 6 | 8 | 5 | 19 | 6 | 8 | 14 | 28 | 9 |
| Mauritia flexuosa L.f. | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| Maytenus rigida Mart. | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 5 | 5 | 2 |
| Maytenus sp. | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 3 | 1 |
| Melissa officinalis L. | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 5 |
| Melocactus bahiensis (Buining & Brederoo) Werderm. | 7 | 1 | 0 | 8 | 7 | 1 | 0 | 8 | 0 |
| Melochia pyramidata L. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Mimosa bimacronata (DC.) Kuntze. | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| Mimosa ophthalmodentra Mart. ex Benth. | 20 | 85 | 38 | 143 | 28 | 91 | 58 | 177 | 34 |
| Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir | 0 | 3 | 1 | 4 | 0 | 5 | 3 | 8 | 4 |
| Myracrodruon urundeuva Allemão | 13 | 0 | 5 | 18 | 13 | 0 | 5 | 18 | 0 |
| Myrtaceae sp. | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 5 | 4 |
| Neoglaziovia variegata (Arruda) Mez | 0 | 2 | 1 | 3 | 3 | 4 | 10 | 17 | 14 |
| Nocotiana sp. | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 5 | 5 | 4 |
| Ocotea sp. | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 1 | 11 | 16 | 13 |
| Opuntia palmadora Britton & Rose | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Pectis alongata Kunth | 3 | 0 | 0 | 3 | 6 | 0 | 0 | 6 | 3 |
| Peltophorum dubium (Spreng) - Taub. | 0 | 2 | 3 | 5 | 2 | 2 | 3 | 7 | 2 |
| Pilosocereus pachycladus F. Ritter | 9 | 13 | 5 | 27 | 9 | 13 | 5 | 27 | 0 |
| Pilosocereus gounellei (F.A.C. Weber) Byles & G.D. Rowley | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 | 8 | 7 |
| Piper sp. | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 0 | 11 | 15 | 13 |
| Piptadenia stipulacea (Benth.) Ducke | 7 | 27 | 1 | 35 | 7 | 27 | 1 | 35 | 0 |
| Poincianella pyramidalis (Tull) L.P. Queiroz | 20 | 15 | 106 | 141 | 24 | 15 | 164 | 203 | 62 |
| Prockia sp. | 2 | 0 | 2 | 4 | 2 | 1 | 7 | 10 | 6 |
| Prosopis juliflora DC. | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 |
| Pseudobombax marginatum (A. St. -Hil., Juss & Cambess) A. Robyns | 5 | 0 | 2 | 7 | 6 | 0 | 3 | 9 | 2 |
| Psittacanthus sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Randia armata (Sw.) DC | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Sapium glandulatum (Vell.) Pax | 4 | 3 | 12 | 19 | 6 | 3 | 15 | 24 | 5 |
| Schinopsis brasiliensis Engl. | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Senna sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| Sida sp. | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 29 | 29 | 28 |
| Sideroxyeon obtusifolium (Roem. & Schult.) T.D. Penn. | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Solanum paniculatum L. | 0 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 24 | 25 | 21 |
| Solanum sp. | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| Spondias tuberosa Arruda | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 |
| Syagrus oleraceae (Mart.) Becc. | 4 | 1 | 0 | 5 | 4 | 3 | 0 | 7 | 2 |
| Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| Tacinga palmadora Britton & Rose | 7 | 0 | 13 | 20 | 7 | 0 | 33 | 40 | 20 |
| Tocoyena formosa (Cham. & Schltdl.) K. Schum. | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 |
| Ximenia americana L. | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Ziziphus joazeiro Mart. | 2 | 9 | 5 | 16 | 4 | 9 | 15 | 28 | 12 |