

## PRÁCTICA 2: DIVERSIDAD

### Introducción

La *diversidad* es un descriptor de la estructura de las comunidades ecológicas (diversidad de especies de la comunidad) que representa la variedad o grado de diferenciación de un conjunto de especies. La diversidad de una comunidad depende de dos componentes, el primero hacer referencia a cuántas especies están presentes en la misma (*riqueza*), y el segundo explora cómo se distribuyen los individuos presentes entre las distintas especies (*equitatividad* o *equitabilidad*). El interés del análisis de la diversidad de especies en una comunidad se basa en el supuesto de que las poblaciones de diferentes especies interactúan entre sí y con el medio físico, y como resultado aparece un número concreto de especies caracterizadas por unos valores de abundancia (número de individuos, biomasa, cobertura). El **objetivo** de esta práctica es medir la diversidad de una comunidad y valorar algunos factores que afectan a dicha medida. Se trabajará con la misma comunidad pratense que en la Práctica 1 y con protocolos de estima de abundancia basados en coberturas.

La medición de la diversidad de las comunidades suele hacerse mediante **índices**, parámetros estandarizados cuyas magnitudes nos permiten comparar distintas comunidades, una misma comunidad a lo largo del tiempo, etc. La **riqueza (S)**, o número de especies, es el indicador más antiguo y simple de la diversidad de una comunidad. Sin embargo es una medida incompleta; concede igual importancia a las especies muy comunes y a las especies escasas y raras. Un índice de diversidad debería integrar los dos componentes, número de especies y equitatividad. Por ello resulta imprescindible conocer la abundancia relativa de las especies. Cuanto más similares sean las abundancias de las especies presentes (es decir, mayor **equitatividad**), más heterogénea será la comunidad. Por el contrario, el término **dominancia** hace referencia a una distribución de abundancias desigual, en la que una proporción elevada de los individuos o de la biomasa de la comunidad pertenece a una o a unas pocas especies (especies dominantes).

Existen numerosos índices que combinan riqueza y abundancias relativas. Los dos más utilizados son el **índice de Simpson (D)** y el **índice de Shannon (H)**. Ambos hacen referencia a la probabilidad de encontrar en más de una ocasión una especie dada dependiendo del grado de homogeneidad de la comunidad, y se calculan como:

$$D = 1 / \sum_{i=1}^S p_i^2$$

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

siendo S el número de especies presentes y  $p_i$  la proporción de individuos de la  $i$ -ésima especie relativa al total de individuos de todas las especies (abundancia relativa).

S oscila entre 1 y S. Valores de S y H mayores indican comunidades más diversas, con más especies y, sobre todo, más equitativas

Ambos índices se pueden expresar también en términos de equitatividad, mediante las expresiones:

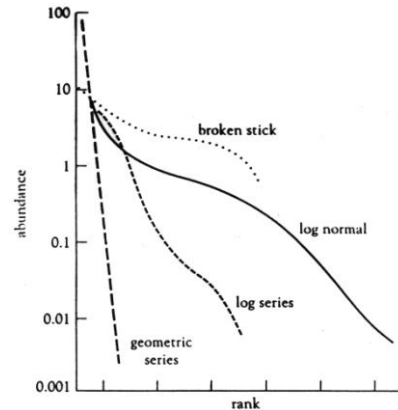
$$E_D = D/S$$

$$E_H = H/\lg_2 S$$

Otra forma de evaluar la diversidad de una comunidad es mediante una representación gráfica denominada diagrama de rangos de abundancias, o **curva diversidad-dominancia**. La curva se construye representando gráficamente el logaritmo decimal de la abundancia de las especies frente a las especies ordenadas según su abundancia (desde la más abundante hasta la más escasa). Esta representación gráfica permite rápidamente deducir los dos componentes de la diversidad a partir del

número de categorías (número de especies) y de la pendiente de la curva (equitatividad), tanto más pronunciada cuanto menos uniforme (más dispar) sea la distribución de abundancias. En función del ajuste de la curva a distintos modelos de distribución, se clasifican varios "tipos de curva" (palo quebrado, distribución log-normal, logarítmica y geométrica, Figura 1) que representarían comunidades progresivamente menos diversas y equitativas.

Figura 1. Representación de modelos de curva de diversidad-dominancia en función de modelos de distribución.



Las estimas de diversidad pueden estar influidas por diversos factores. Probablemente el más importante es la cantidad del área muestreada. De hecho, la diversidad es una variable que se comporta siguiendo una función asintótica respecto a la superficie de muestreo. A la representación gráfica de la variación de la diversidad en el espacio se le denomina *espectro espacial de diversidad*. Su utilidad más evidente es que nos permite distinguir un valor de área de muestreo a partir del cual la estima de diversidad varía muy poco.

## Desarrollo de la práctica

### Tarea 1. Estima de la diversidad de una comunidad pratense

En una superficie de muestreo 50 x50 cm sobre el prado, cada grupo determinará el número total de especies y la cobertura de cada especie (estimada mediante 80 puntos).

#### Representación gráfica y análisis

Se calcularán los valores de los índices de Simpson y Shannon y las correspondientes equitatividades (ver tabla adjunta para cálculo de  $p_i/\log_2 p_i$ ). Los valores de abundancia relativa  $p_i$  corresponden a la cobertura de cada especie expresada en tanto por uno y en un muestreo donde la suma de los porcentajes de cobertura es 100.

Se construirá la curva de diversidad-dominancia de esta comunidad, representando el logaritmo decimal de la abundancia de cada especie (no el porcentaje de cobertura, sino **el número de puntos ocupados por cada especie**) en orden de abundancia decreciente.

### Tarea 2. Construcción de un espectro espacial de diversidad.

Se determinará el número total de especies y la cobertura de cada especie (estimada mediante 20, 40, 60 y 80 puntos) en unidades de muestreo progresivamente mayores: cuadrados de 10 x10, 20 x20, 30 x30, 50 x50 cm. El muestreo se realizará de forma **anidada**, es decir, cada cuadrado contendrá y ampliará la superficie muestreada en el cuadrado inmediatamente inferior. Los cuadrados se colocarán sucesivamente de menor a mayor, de forma que todos repitan la posición espacial de su vértice superior izquierdo. Este procedimiento se repetirá 4 veces, de forma que se obtendrán 4 réplicas de cada

superficie de muestreo, a partir de las cuales se podrán obtener los valores promedio y de desviación típica de los índices de diversidad. Los datos podrán recolectarse en una tabla similar a esta.

Réplica 1	100 cm <sup>2</sup>	400 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>	2500 cm <sup>2</sup>
Sp 1	Cobertura			
Sp 2				
Sp 3				
Sp 4				
...				
	S =	S =	S =	S =
	D =	D =	D =	D =
Réplica 2	100 cm <sup>2</sup>	400 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>	2500 cm <sup>2</sup>
...				
Réplica 3	100 cm <sup>2</sup>	400 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>	2500 cm <sup>2</sup>
...				
Réplica 4	100 cm <sup>2</sup>	400 cm <sup>2</sup>	900 cm <sup>2</sup>	2500 cm <sup>2</sup>
...				

#### Representación gráfica y análisis

Se calcularán los valores de riqueza (S) y del índice de Simpson para cada comunidad muestreada (4 réplicas de 4 tipos de superficie de muestreo). Se calcularán los valores medios y la desviación típica de S y D para de todas las réplicas correspondientes a cada uno de los cuatro tipos de superficie de muestreo (100, 400, 900 y 2500 cm<sup>2</sup>). Se representará gráficamente el valor de la media ( $\pm$  desv. típica) de S y D en función del tamaño del área de muestreo (atención a la representación de la escala natural en el eje de asíntotas). Se unirán los puntos que representan los valores promedio mediante una línea, para valorar la asintotización de las curvas.

#### Cuestiones a desarrollar en relación a los datos obtenidos:

- 1.- Valora comparativamente la estima de la diversidad mediante un diagrama de rangos de abundancias y un índice de diversidad
- 2.- Explica la relación entre dominancia y diversidad ¿Cuál es la diversidad máxima que podríamos observar en la comunidad muestreada en la Tarea 1?
- 3.- ¿Cual sería el área mínima de muestreo para estimar el número de especies y la diversidad en esta comunidad? Valora esta cuestión teniendo en cuenta la posición de la asíntota y la estabilización de la varianza a lo largo del gradiente de tamaño de área de muestreo.
- 4.- ¿Existen diferencias ente las curvas obtenidas para la riqueza y para el índice de la diversidad? En caso afirmativo ¿a qué crees que se deben?

#### Bibliografía

- Magurran, A.E. (1988). *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedra.
- Rosenzweig, M.I. (1995). *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press.

0.001	0.00997	0.102	0.33592	0.203	0.46699	0.304	0.52223	0.405	0.52812	0.506	0.49729	0.607	0.43718	0.708	0.35271	0.809	0.24738	0.910	0.12382
0.002	0.01793	0.103	0.33777	0.204	0.46785	0.305	0.52250	0.406	0.52798	0.507	0.49683	0.608	0.43646	0.709	0.35177	0.810	0.24625	0.911	0.12251
0.003	0.02514	0.104	0.33960	0.205	0.46869	0.306	0.52277	0.407	0.52784	0.508	0.49637	0.609	0.43573	0.710	0.35082	0.811	0.24511	0.912	0.12120
0.004	0.03186	0.105	0.34141	0.206	0.46953	0.307	0.52303	0.408	0.52769	0.509	0.49590	0.610	0.43500	0.711	0.34987	0.812	0.24396	0.913	0.11989
0.005	0.03822	0.106	0.34321	0.207	0.47037	0.308	0.52329	0.409	0.52754	0.510	0.49543	0.611	0.43427	0.712	0.34892	0.813	0.24282	0.914	0.11858
0.006	0.04428	0.107	0.34500	0.208	0.47119	0.309	0.52355	0.410	0.52738	0.511	0.49496	0.612	0.43354	0.713	0.34796	0.814	0.24168	0.915	0.11726
0.007	0.05011	0.108	0.34678	0.209	0.47201	0.310	0.52379	0.411	0.52723	0.512	0.49448	0.613	0.43280	0.714	0.34701	0.815	0.24053	0.916	0.11595
0.008	0.05573	0.109	0.34854	0.210	0.47282	0.311	0.52404	0.412	0.52706	0.513	0.49400	0.614	0.43207	0.715	0.34605	0.816	0.23938	0.917	0.11463
0.009	0.06116	0.110	0.35029	0.211	0.47363	0.312	0.52428	0.413	0.52690	0.514	0.49352	0.615	0.43133	0.716	0.34509	0.817	0.23823	0.918	0.11331
0.010	0.06644	0.111	0.35202	0.212	0.47443	0.313	0.52451	0.414	0.52673	0.515	0.49304	0.616	0.43058	0.717	0.34413	0.818	0.23708	0.919	0.11199
0.011	0.07157	0.112	0.35374	0.213	0.47522	0.314	0.52475	0.415	0.52656	0.516	0.49255	0.617	0.42984	0.718	0.34316	0.819	0.23592	0.920	0.11067
0.012	0.07657	0.113	0.35545	0.214	0.47600	0.315	0.52497	0.416	0.52638	0.517	0.49206	0.618	0.42909	0.719	0.34220	0.820	0.23477	0.921	0.10935
0.013	0.08145	0.114	0.35715	0.215	0.47678	0.316	0.52519	0.417	0.52620	0.518	0.49157	0.619	0.42834	0.720	0.34123	0.821	0.23361	0.922	0.10802
0.014	0.08622	0.115	0.35883	0.216	0.47755	0.317	0.52541	0.418	0.52602	0.519	0.49107	0.620	0.42759	0.721	0.34026	0.822	0.23245	0.923	0.10670
0.015	0.09088	0.116	0.36051	0.217	0.47832	0.318	0.52562	0.419	0.52584	0.520	0.49058	0.621	0.42683	0.722	0.33929	0.823	0.23129	0.924	0.10537
0.016	0.09545	0.117	0.36219	0.218	0.47908	0.319	0.52583	0.420	0.52565	0.521	0.49008	0.622	0.42608	0.723	0.33832	0.824	0.23013	0.925	0.10404
0.017	0.09993	0.118	0.36381	0.219	0.47983	0.320	0.52603	0.421	0.52545	0.522	0.48957	0.623	0.42532	0.724	0.33734	0.825	0.22897	0.926	0.10271
0.018	0.10433	0.119	0.36545	0.220	0.48057	0.321	0.52623	0.422	0.52526	0.523	0.48907	0.624	0.42456	0.725	0.33636	0.826	0.22780	0.927	0.10138
0.019	0.10864	0.120	0.36707	0.221	0.48131	0.322	0.52643	0.423	0.52506	0.524	0.48856	0.625	0.42379	0.726	0.33538	0.827	0.22663	0.928	0.10004
0.020	0.11288	0.121	0.36868	0.222	0.48204	0.323	0.52662	0.424	0.52485	0.525	0.48805	0.626	0.42303	0.727	0.33440	0.828	0.22546	0.929	0.09871
0.021	0.11704	0.122	0.37028	0.223	0.48277	0.324	0.52680	0.425	0.52465	0.526	0.48753	0.627	0.42226	0.728	0.33342	0.829	0.22429	0.930	0.09737
0.022	0.12114	0.123	0.37186	0.224	0.48349	0.325	0.52698	0.426	0.52444	0.527	0.48701	0.628	0.42149	0.729	0.33243	0.830	0.22312	0.931	0.09603
0.023	0.12517	0.124	0.37344	0.225	0.48420	0.326	0.52716	0.427	0.52422	0.528	0.48649	0.629	0.42072	0.730	0.33144	0.831	0.22194	0.932	0.09469
0.024	0.12914	0.125	0.37500	0.226	0.48491	0.327	0.52733	0.428	0.52401	0.529	0.48597	0.630	0.41994	0.731	0.33045	0.832	0.22077	0.933	0.09335
0.025	0.13305	0.126	0.37655	0.227	0.48561	0.328	0.52750	0.429	0.52379	0.530	0.48545	0.631	0.41917	0.732	0.32946	0.833	0.21959	0.934	0.09200
0.026	0.13690	0.127	0.37809	0.228	0.48630	0.329	0.52766	0.430	0.52356	0.531	0.48492	0.632	0.41839	0.733	0.32847	0.834	0.21841	0.935	0.09066
0.027	0.14069	0.128	0.37962	0.229	0.48699	0.330	0.52782	0.431	0.52334	0.532	0.48439	0.633	0.41760	0.734	0.32747	0.835	0.21723	0.936	0.08931
0.028	0.14444	0.129	0.38114	0.230	0.48767	0.331	0.52798	0.432	0.52311	0.533	0.48385	0.634	0.41682	0.735	0.32648	0.836	0.21604	0.937	0.08796
0.029	0.14813	0.130	0.38264	0.231	0.48834	0.332	0.52813	0.433	0.52287	0.534	0.48332	0.635	0.41603	0.736	0.32548	0.837	0.21486	0.938	0.08662
0.030	0.15177	0.131	0.38414	0.232	0.48901	0.333	0.52827	0.434	0.52264	0.535	0.48278	0.636	0.41525	0.737	0.32447	0.838	0.21367	0.939	0.08526
0.031	0.15536	0.132	0.38562	0.233	0.48967	0.334	0.52841	0.435	0.52240	0.536	0.48224	0.637	0.41445	0.738	0.32347	0.839	0.21248	0.940	0.08391
0.032	0.15891	0.133	0.38710	0.234	0.49033	0.335	0.52855	0.436	0.52215	0.537	0.48169	0.638	0.41366	0.739	0.32247	0.840	0.21129	0.941	0.08256
0.033	0.16241	0.134	0.38856	0.235	0.49098	0.336	0.52868	0.437	0.52191	0.538	0.48115	0.639	0.41287	0.740	0.32146	0.841	0.21010	0.942	0.08120
0.034	0.16586	0.135	0.39001	0.236	0.49162	0.337	0.52881	0.438	0.52166	0.539	0.48060	0.640	0.41207	0.741	0.32045	0.842	0.20891	0.943	0.07984
0.035	0.16928	0.136	0.39145	0.237	0.49226	0.338	0.52894	0.439	0.52140	0.540	0.48004	0.641	0.41127	0.742	0.31944	0.843	0.20771	0.944	0.07849
0.036	0.17265	0.137	0.39288	0.238	0.49289	0.339	0.52906	0.440	0.52115	0.541	0.47949	0.642	0.41047	0.743	0.31842	0.844	0.20651	0.945	0.07713
0.037	0.17598	0.138	0.39430	0.239	0.49352	0.340	0.52917	0.441	0.52089	0.542	0.47893	0.643	0.40966	0.744	0.31741	0.845	0.20532	0.946	0.07576
0.038	0.17928	0.139	0.39571	0.240	0.49413	0.341	0.52929	0.442	0.52062	0.543	0.47837	0.644	0.40885	0.745	0.31639	0.846	0.20411	0.947	0.07440
0.039	0.18253	0.140	0.39711	0.241	0.49475	0.342	0.52939	0.443	0.52036	0.544	0.47781	0.645	0.40805	0.746	0.31537	0.847	0.20291	0.948	0.07303
0.040	0.18575	0.141	0.39850	0.242	0.49535	0.343	0.52950	0.444	0.52009	0.545	0.47724	0.646	0.40723	0.747	0.31435	0.848	0.20171	0.949	0.07167
0.041	0.18894	0.142	0.39988	0.243	0.49596	0.344	0.52959	0.445	0.51981	0.546	0.47667	0.647	0.40642	0.748	0.31333	0.849	0.20050	0.950	0.07030
0.042	0.19209	0.143	0.40125	0.244	0.49655	0.345	0.52969	0.446	0.51954	0.547	0.47610	0.648	0.40561	0.749	0.31230	0.850	0.19930	0.951	0.06893
0.043	0.19520	0.144	0.40260	0.245	0.49714	0.346	0.52978	0.447	0.51926	0.548	0.47553	0.649	0.40479	0.750	0.31128	0.851	0.19809	0.952	0.06756
0.044	0.19828	0.145	0.40395	0.246	0.49772	0.347	0.52987	0.448	0.51898	0.549	0.47495	0.650	0.40397	0.751	0.31025	0.852	0.19688	0.953	0.06619
0.045	0.20133	0.146	0.40529	0.247	0.49830	0.348	0.52995	0.449	0.51869	0.550	0.47437	0.651	0.40315	0.752	0.30922	0.853	0.19566	0.954	0.06481
0.046	0.20434	0.147	0.40662	0.248	0.49887	0.349	0.53003	0.450	0.51840	0.551	0.47379	0.652	0.40232	0.753	0.30819	0.854	0.19445	0.955	0.06344
0.047	0.20733	0.148	0.40794	0.249	0.49944	0.350	0.53010	0.451	0.51811	0.552	0.47321	0.653	0.40149	0.754	0.30715	0.855	0.19323	0.956	0.06206
0.048	0.21028	0.149	0.40925	0.250	0.50000	0.351	0.53017	0.452	0.51781	0.553	0.47262	0.654	0.40066	0.755	0.30612	0.856	0.19202	0.957	0.06068
0.049	0.21320	0.150	0.41054	0.251	0.50055	0.352	0.53024	0.453	0.51751	0.554	0.47203	0.655	0.39983	0.756	0.30508	0.857	0.19080	0.958	0.05930
0.050	0.21610	0.151	0.41183	0.252	0.50110	0.353	0.53030	0.454	0.51721	0.555	0.47144	0.656	0.39900	0.757	0.30404	0.858	0.18958	0.959	0.05792
0.051	0.21896	0.152	0.41311	0.253	0.50165	0.354	0.53036	0.455	0.51691	0.556	0.47084	0.657	0.39816	0.758	0.30300	0.859	0.18835	0.960	0.05654
0.052	0.22180	0.153	0.41438	0.254	0.50218	0.355	0.53041	0.456	0.51660	0.557	0.47025	0.658	0.39733	0.759	0.30195	0.860	0.18713	0.961	0.05515
0.053	0.22461	0.154	0.41565	0.255	0.50271	0.356	0.53046	0.457	0.51629	0.558	0.46965	0.659	0.39649	0.760	0.30091	0.861	0.18590	0.962	0.05377
0.054	0.22739	0.155	0.41690	0.256	0.50324	0.357	0.53050	0.458	0.51597	0.559	0.46905	0.660	0.39564	0.761	0.29986	0.862	0.18468	0.963	0.05238
0.055	0.23014	0.156	0.41814	0.257	0.50376	0.358	0.53054	0.459	0.5										