ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGIENERIA MARITIMA Y CIENCIAS DEL MAR

ASIGNATURA: CONTAMINACION

METODOLOGÍA PARA CALCULAR EL ÍNDICE DE DIVERSIDAD ACUÁTICA/BIOLÓGICA. CASO DE ESTUDIO.

AUTOR: JEFFREY DAVID VARGAS PEREZ

PROFESOR: JOSÉ V. CHANG GÓMEZ

Guayaquil, Julio 2009

INDICE

1.0 INTRODUCCION

El estudio de la diversidad es un tema muy importante en la ecología de las comunidades y en ecosistemas. Nos permite determinar si el ecosistema se mantiene normal o si está sufriendo algunas alteraciones. Estos índices nos permiten determinar si un ecosistema es virgen o si ha sido modificado por el hombre.

Existe varios índices que se emplean para determinar la diversidad, pero los que más se emplean son los de Shannon y Simpson. Estos índices son los más utilizados, pero a su vez no son precisos, porque los valores mínimos se pierden, es una formula condensada, utiliza log no muestra os datos precisos, y no permite identificar las magnitudes más pequeñas de la contaminación.

La biodiversidad indica cuantas distintas especies de animales se encuentran en una área determinada. Poro en los últimos siglos esto ha ido perdiendo la biodiversidad por consecuencia de las actividades humanas, ya sea de manera directa (sobreexplotación) o indirecta (alteración del hábitat). Y gracias a lo ID nos permite hacer un análisis objetivo, correcta evaluación y monitoreo. Para poder generar métodos de acción contra la destrucción de la biodiversidad y concientizar a la gente darle Mayor interés hacia programas de conservación.

2.0 ALCANCE

2.1 DIVERSIDAD

Durante las últimas décadas uno de los temas de mayor importancia en el campo ecológico ha sido el estudio de la diversidad de los ecosistemas naturales, como instrumento científico para explorar las raíces donde se oculta la historia. Bosques tropicales y arrecifes coralinos. La diversidad debe abordarse des de un punto de vista histórico. Diversos científicos han estimado que el 99.99% de las especies existentes sobre la tierra han quedado extintas, pero gracias al proceso de especiación que el 0.01% ha podido seguir las variaciones medioambientales ocurridas a lo largo de la historia del planeta.

La diversidad es un término utilizado para expresar el grado en el cual el número total de organismos individuales en un ecosistema (o área, comunidad o nivel trófico) está repartido en diferentes especies. La diversidad es mínima cuando todos los organismos pertenecen a la misma especie, como ocurre por ejemplo en un monocultivo como en el caso de la acuicultura donde se tiene un estanque realizando policultivo de dos especies (camarón, tilapia, chame) el número de especies es baja pero el número de individuos es elevada. La diversidad es máxima en ambientes naturales estables con una variación máxima en sustrato y condiciones de vida (o sea, donde el número de nichos sea máximo), tal como ocurre por ejemplo en los arrecifes de coral de los océanos tropicales, donde en un solo lugar se encuentra una gran variedad de especies icticas, y diversos crustáceos y moluscos.

La diversidad va a ser muy sensible a los cambios ecológicos dentro de un ecosistema, cuando estos afecten las poblaciones que los componen. En el caso de una comunidad de moluscos dulceacuícolas, la diversidad se va a ver afectada sobre todo por cambios en la vegetación acuática y en algunos factores físico-químicos del agua, los cuales provocan que algunas especies mucho más generalistas que otras logren abundancias elevadas en muy corto tiempo.

Otro término que hay que resaltar el la diversidad biológica o Biodiversidad. Que es la Variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas.

Las mediciones de diversidad frecuentemente aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas. En el proceso de sucesión, el desarrollo de un ecosistema implica el incremento de la diversidad, estructura y organización.

En la definición de la diversidad hay dos componentes

Variación: Riqueza y variedad: que puede expresarse como cantidad de tipos (variedades genéticas, especies, categorías de uso del suelo, etc.) como unidad de espacio o como una razón de tipos sobre cantidades.

Abundancia relativa de especies: Abundancia y distribución de individuos entre los tipos.

Dos comunidades pueden tener la misma cantidad de especies pero ser muy distintas en términos de la abundancia relativa o dominancia de cada especie. Una comunidad no cosiste en un grupo de especies de igual abundancia. Es normal el caso de que la mayoría de las especies son raras, mientras que un moderado número son comunes, con muy pocas especies verdaderamente abundantes.

El caso de la diversidad de especies:

Las medidas de diversidad de especies pueden dividirse en tres categorías:

Índices de riqueza de especies: son esencialmente una medida del número de especies en una unidad de muestreo definida.

Modelos de abundancia de especies: describen la distribución de su abundancia.

Abundancia proporcional de especies: algunos índices como los de Shannon y Simpson, que pretenden resolver la riqueza y la uniformidad en una expresión sencilla.

Las comunidades sometidas a polución o stress se caracterizan por un cambio en su abundancia de especies que generalmente de distribuciones normales logarítmicas pasa a tender hacia series geométricas.

2.2 MEDICIÓN DE A DIVERSIDAD

El desarrollo del estudio de la ecología descriptiva se ha centrado en su conocimiento estructural mediante la cuantificación e identificación de las especiales y las variaciones que experimentan sobre gradientes especiales y temporales. Los estudios se limitan a un determinado número de especies, por esta razón la diversidad más que referirse al ecosistema

2.3 TIPOS DE DIVERSIDAD:

Existen tres tipos de diversidad

Diversidad alfa: ocurre en un habitad

Diversidad beta: lo que se presenta a lo largo de los hábitat

Diversidad Gama: gran escala regional

En estos puntos donde se han incursionado los modelos matemáticos y estadísticos. La necesidad del ecólogo de vislumbrar la formula mágica para descifrar el funcionamiento oculto de comunidades y ecosistemas, lo llevo a desarrollar los índices de diversidad (ID). más abundante. Se trata de un índice estructural de dominancia.

2.4 ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Permiten explorar otro tipo de presiones sobre los organismos acuáticos, diferentes de la contaminación, tales como la estratificación, la anoxia y las condiciones químicas del agua. Sin embargo se ha utilizado para determinar el grado de contaminación ya que se presume que en un ambienté no contiene un gran número de especies distintas sin que sean abundantes, con los efectos de los contaminantes desaparecen las especies mas susceptibles y se incrementan las poblaciones de otras especies, lo que el reduce el número de diversidad, por no siempre sucede esto , en algunos casos es lo contrario los agentes contaminantes aumentan la en la diversidad. George et. al. (1991) Indica que los índices de diversidad solo se puede usar para evaluar la contaminación en condiciones extremas (un derrame de petróleo) y como medida de las fase final del deterioro del agua.

La diversidad puede ser expresada cuantitativamente por medio de varios índices de diversidad

a) **Índice de Margalef** = $DMg = (S – 1) / \ln N$, siendo S la riqueza o número de especies y N el número total de individuos de la muestra. Es un índice de riqueza de especies.

b) **Índice de Simpson** = $\lambda = \Sigma pi2$, siendo pi la proporción del número de individuos de la especie i con respecto a N. Es un índice estructural de dominancia, pudiéndose calcular la diversidad como $1-\lambda$.

c) **Índice de Berger-Parker** = $d = Nmax / N$, siendo $Nmax$ el número de individuos de la especie

d) **Índice de McIntosh** = $D = (N – U) / (N – N1/2)$, siendo $U = (\Sigma ni2)1/2$ y ni el número de individuos pertenecientes a la especie i en la muestra. Es un índice estructural de dominancia.

e) **Índice de Shannon** = $H´ = - \Sigma pi \ln pi2$. Es un índice estructural de equidad.

2.5 ÍNDICE DE AMPLITUD DEL NICHO

Los índices de diversidad nos permiten estimar el grado de generalísimo o especialización de una especie que puede ser indicadora. Para esto se calcula el índice para la especie, tomando la abundancia en varias estaciones de muestreo. Determina que especies que posean abundancias similares, poses cierto grado de independencia de los factores ambientales: que se categorizan como Eurioicas y presentan un H amplio (nicho). Por lo contrario las especias que presenten pocas muestras y con gran heterogeneidad en sus densidades, reflejan efectos bióticos sobre ellas, por los que se consideran Estenoicas H reducido (nicho reducido).

Las teorías preliminares sobre los índices de diversidad indican que fueron utilizados como indicadores de contaminación, lo que esta idea fue rápidamente generalizada, se convirtió en base para demostrar problemas de contaminación ambiental.

Smith et al. (1981) Indica que los índices de diversidad son poco sensibles a variaciones naturales o a contaminantes. En su lugar, la visualización directa sobre los cambios en composición de especies y sus densidades se constituye en adecuados indicadores de las tensiones sobre el sistema.

2.6 DIFICULTADES CONCEPTUALES Y NUMÉRICAS QUE APARECEN AL EMPLEAR ÍNDICE DE DIVERSIDAD COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN.

La relación directa entre diversidad y número de especies responde a un modelo logarítmico, los cuales los Indicadores de diversidad se modifican rápidamente con pocas especies. Esto indica que en comunidades pobres las diversidad fluctuamos que en comunidades con alto número de especies como es el caso de ecosistemas tropicales maduros, llegando a ser imperceptible en las ultimas. Indica que los índices no detectas efectos de contaminantes en bajas concentraciones, mientras los valores medios pueden pasar desapercibidos respecto a las variaciones aleatorias de la comunidad y del muestreo. Solo cuando las variables ambientales son grandes los índices si están en capacidad para reconocer las alteraciones sobre la comunidad. No permiten reconocer la fase inicial del deterioro de un ecosistema

2.7 ÍNDICE DE SHANNON Y WEAVER

Este índice fue desarrollado para medir la cantidad de información que se puede transmitir en un código, por ejemplo, en las señales telefónicas (Shannon y Weaver, 1949). La fórmula de cálculo es la siguiente:

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

Índice de Shannon indica que todo los individuos sean muestreados al azar y que todo los representada todo los individuos de la comunidad

Pi=Proporción de individuos de cada especie en la comunidad, esta proporción se estima a partir de n/N, que es la relación entre el número de individuos de la especie i(ni) y el número total de individuos de todas las especies (N) Esta fórmula se utiliza Log en base 2, pero usualmente se utiliza Log10 o en ln para una mayor facilidad de cálculo, los resultados serán comparables si los datos fueron realizados con los misma base. El índice de Shannon – Wiener esta descrito para comunidades indefinidamente grandes que no se pueden estudiar en su totalidad, resultados es un valor estimado.

2.8 INDICE DE SIMPSON

Es conocido como la medida de concentración y refiere la probabilidad de extraer dos individuos de la misma especie, también se emplea como un índice de dominancia dad a su marcada dependencia de las especies mas abundantes.

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

Esta cantidad se introdujo por Edward Hugh Simpson.

$$\sum_{i=1}^{S} \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Si el ni es el número de individuos de especies i en la muestra, y N es el número total de todos los individuos contado, entonces es un estimador para el índice de Simpson por probar sin el reemplazo.

$$0 \leq D \leq 1,$$

Note que, con los valores cerca de cero que corresponde casi a los ecosistemas muy diversos o heterogéneos y valores uno correspondiendo a los ecosistemas más homogéneos. Biólogos que encuentran esto a veces confundiendo usan 1 / D en cambio; confusamente, esta cantidad recíproca

También se llama el índice de Simpson. Otra alteración es redefinir el índice de Simpson como

$$\tilde{D} = 1 - D = 1 - \sum_{i=1}^{S} p_i^2,$$

2.9 OTROS INDICES DE DIVERSIDAD

INDICE DE BRILLOUIN

Este índice asume comunidades finitas, donde las probabilidades de extracción o encuentro de algunas especies van modificándose acorde con los elementos que ya han sido colectados.

INDICE MARGALEF

Propuso evaluar la diversidad con base a la relación especies individuos, de acuerdo con el modelo logarítmico que se observa entre ellas. De manera general, puede describirse como $S=b \ln N$, donde S es el número de especies, N el número de individuos y b la tasa de incremento en el número de especies

3.0 ANALISIS DE DE DATOS

COMO DETERMINAMOS LA FORMULA DEL INDICE DE SHANON

El inventario botánico de 1000 m^2 de un manglar indica que existe un total de 10 árboles de sombra, pertenecientes a tres diferentes especies. Así, tenemos dos individuos de especie 1 ($n_1 = 2$), dos individuos de especie 2 ($n_2 = 2$) y seis de especie 3 ($n_3 = 6$).

¿Cuál es la probabilidad de que un individuo seleccionado al azar pertenezca a la especie 1?

Una estimación de esta probabilidad es simplemente la proporción de individuos de especie 1 en el manglar: $p_1 = n_1/N = 2/10 = 1/5 = 0.20$. Es decir, 1 de cada 5.

¿Y la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la especie 1?

Aquí necesitamos un poco de teoría estadística. La probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie es igual al producto de las probabilidades individuales de pertenecer a dicha especie. Entonces, la probabilidad $p_1 * p_1 = (p_1)^2 = 0.2 * 0.2 = 0.04$. En el caso del manglar, podemos preguntar

¿Cuál es la probabilidad de obtener una muestra de diez árboles tal que dos individuos pertenezcan a la especie 1, dos a la especie 2 y seis a la especie 3?. Aplicando el

Razonamiento anterior esta probabilidad se calcula como:

$(p_1)^2 * (p_2)^2 * (p_3)^6 = (n_1/N)^2 * (n_2/N)^2 * (n_3/N)^6$

Notemos que el exponente de cada término es igual al número de individuos de cada especie (n_i) en la población. Entonces, en general, la probabilidad de seleccionar una muestra del manglar que contenga las tres especies en las proporciones exactas en que existen en la población es:

$(p_1)^{n1} * (p_2)^{n2} * (p_3)^{n3}$

Este razonamiento se puede extender a manglar con más o con menos especies de sombra. El valor de esta expresión depende de N, el tamaño de la población, lo que impide comparar directamente las probabilidades calculadas para dos cafetales con diferentes poblaciones. Para hacer esto, calculamos el promedio geométrico de esta probabilidad y se obtiene:

$[(p_1)^{n1}]^{1/N} * [(p_2)^{n2}]^{1/N} * [(p_3)^{n3}]^{1/N}$

Las reglas de operación de potencias indican que si un número (z), elevado a la potencia (a) es nuevamente elevado a la potencia (b), el resultado es el número (z) elevado a la multiplicación de a*b. Entonces, podemos re-escribir la ecuación anterior como:

$(p_1)^{n1/N} * (p_2)^{n2/N} * (p_3)^{n3/N}$

pero hemos visto anteriormente que $(n_1/N) = p_{1;}$ $(n_2/N) = p_2$ y $(n_3/N) = p_3$, por lo que re-escribimos:

$(p_1)^{p1} * (p_2)^{p2} * (p_3)^{p3}$

Para evitar los exponentes y productos, tomamos el logaritmo (natural) y obtenemos:

$p_1 * \log p_1 + p_2 * \log p_2 + p_3 * \log p_3$

Si llamamos Q al resultado de esta suma y utilizamos el signo de sumatoria, obtenemos:

Q = å p_i log p_i, con i = 1,2,3.

Esta fórmula, que es el índice de Shannon presentado anteriormente solo que con signo positivo, mide la probabilidad de obtener una muestra de manglar de 10 árboles de sombra, de los cuales dos pertenecen a especie 1, dos a especie 2 y seis a especie 3.

¿De dónde sale el signo negativo?. El signo deriva de una transformación adicional de esta probabilidad: el recíproco. Si llamamos H a esta transformación, tendremos:

$H = 1/Q = Q^{-1}$

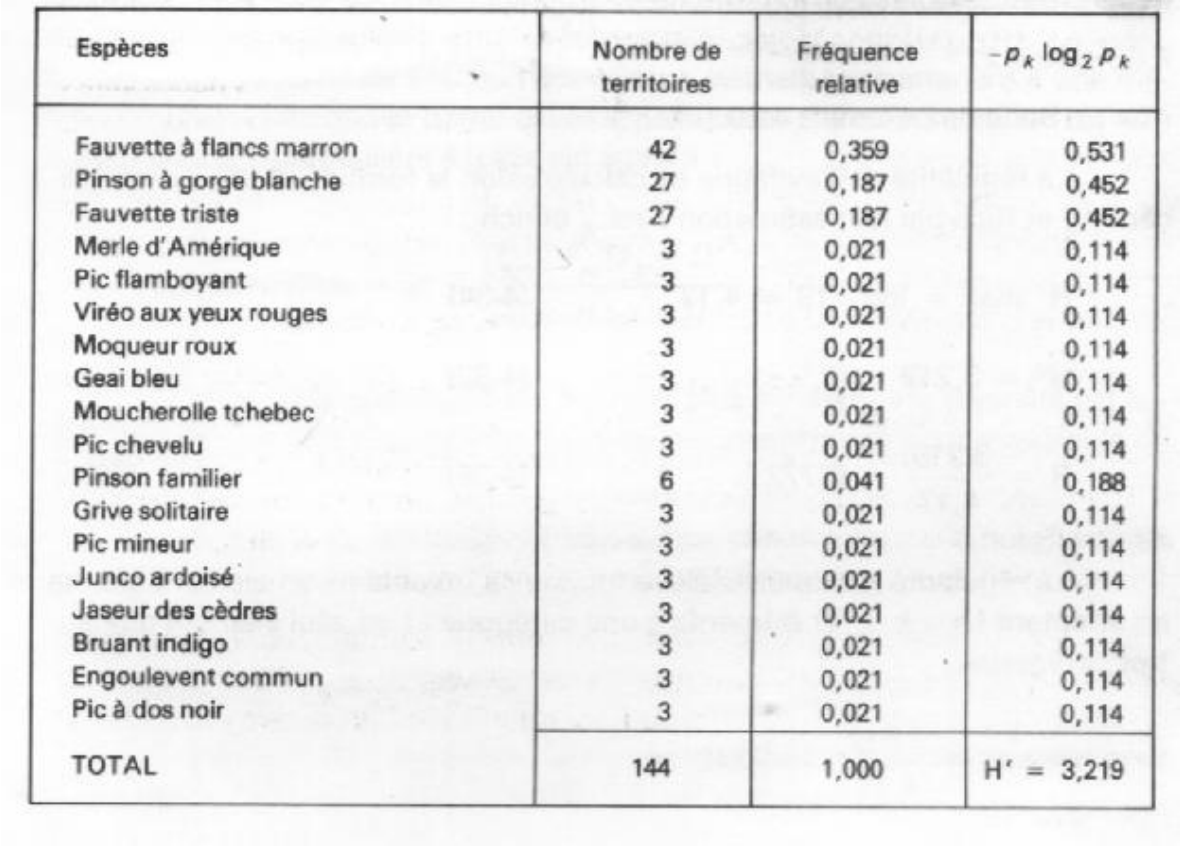
En términos informales, si Q mide la probabilidad de obtener algo conocido (la composición de especies y sus abundancias relativas en una muestra), H mide el "complemento", la incertidumbre (lo desconocido) o diversidad de la muestra.

Ahora podemos dar una interpretación a la fórmula H = -å p_i log p_i. El índice de diversidad Shannon mide (el recíproco de) la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población, es decir, mide la probabilidad de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n_1 individuos de especie 1, n_2 de especie 2,.... y n_S individuos de la especie S (Greig-Smith, 1983; Hill, 1973).

Un ecologista ha contado Insectos en 1 Ha en un lago encontrando 6 especias con un total de 32 individuos. Determinar H

ESPECIES DE INSECTOS	**No. DE INDIVIDUOS (ni)**	**pi (ni/N)**	**pi ln pi**
Sp 1	3	0,09	-0,22
Sp 2	15	0,47	-0,36
Sp 3	1	0,03	-0,11
Sp 4	1	0,03	-0,11
Sp 5	10	0,31	-0,36
Sp 6	2	0,06	-0,17
			-1,33
N	32	**H´**	**1,33**

Calcular el índice de diversidad de Shannon de Aves en 40 Ha.



Espèces	Nombre de territoires	Fréquence relative	$-p_k \log_2 p_k$
Fauvette à flancs marron	42	0,359	0,531
Pinson à gorge blanche	27	0,187	0,452
Fauvette triste	27	0,187	0,452
Merle d'Amérique	3	0,021	0,114
Pic flamboyant	3	0,021	0,114
Viréo aux yeux rouges	3	0,021	0,114
Moqueur roux	3	0,021	0,114
Geai bleu	3	0,021	0,114
Moucherolle tchebec	3	0,021	0,114
Pic chevelu	3	0,021	0,114
Pinson familier	6	0,041	0,188
Grive solitaire	3	0,021	0,114
Pic mineur	3	0,021	0,114
Junco ardoisé	3	0,021	0,114
Jaseur des cèdres	3	0,021	0,114
Bruant indigo	3	0,021	0,114
Engoulevent commun	3	0,021	0,114
Pic à dos noir	3	0,021	0,114
TOTAL	144	1,000	H' = 3,219

4.0 RESULTADOS

Observando los dos ejercicios se muestra una comparación de dos sitios diferentes, y muestra un determinado número de especies para un volumen (hectárea) determinado, estas tablas nos permiten observar que ciertas especies presentan un número de individuos elevada a relación de otras especies.

Estos índices de diversidad elevados corresponden a unas condiciones favorables del medio que permiten la instalación de numerosas especies, estando representada cada una por un número reducido de individuos. Un índice de diversidad pequeño significa condiciones desfavorables en el medio, con pocas especies, pero cada una de ellas con un número grande de individuos (Ecosistemas contaminados).

5.0 CONCLUSIONES

Los índices de diversidad biológica nos permiten determinar la diversidad de organismos que forman parte de un ecosistemas, y demostrar a través de numerosas esta distribución, a mas que también nos permite determinar con números el impacto de la contaminación a los organismos dentro del ecosistema, a pesar que la mayoría de los índices no fueron diseñados específicamente para determinar la biodiversidad, han sido de gran ayuda en los últimos siglos, para hacer conciencia de la preservación de los ecosistemas

6.0 RECOMENDACIONES

Cundo se emplea el índice de Shannon, su formula tiene variaciones en lo que se refiere al Log que puede ser Log2, Log10, Ln. Usualmente se emplea Log10 y Ln para una mayor facilidad, si se realiza un trabajo que necesite hacer comparación, es recomendables que ambas estén con el mismo Log, para evitar errores.

7.0 BIBLIOGRAFIA

al, Alfonso Garmendia Salvador at. 2005. PRACTICAS DE ECOLOGIA. VALENCIA : UNIVERSIDAD POLITECNICA, 2005.

Gabriel Antonio Panilla, Agudelo Panilla A. 1998. INDICADORES BIOLOGICOS EN ECOSISTEMAS ACUATICOS CONTINENTALES DE COLOMBIA. COLOMBIA : U. JORGE TOLEDO LOZANO, 1998.

Jorge Llorente Bousquets, Juan J. Morrone. 2001. INTRODUCCION A LA BIOGEOGRAFIA EN LATINOAMERICA. MEXICO : UNAM, 2001.

Scherrer, Bruno. 1984. BIOESTADISTICA. CANADA : GAËTAN MORIN ÉDITEUR, 1984.

Wetzel, Robert G. 1983. LIMNOLOGY. USA : SAUNDERS HBJ, 1983.

PAGINAS WEB VISITADAS

www.wikipedia.org

www.yahoo!/respuestas

www.scielo.com