

A. ECOLOGÍA: COMUNIDADES: DIVERSIDAD

B. EVOLUCIÓN: SELECCIÓN NATURAL

Ejercicio # 10

INTRODUCCIÓN : PARTE A

Ecología (Gr. *oikos*, casa + estudio) es actualmente uno de los términos biológicos más utilizado en nuestro diario vivir. Por lo que sería muy interesante poder determinar que porcentaje de la población general tiene un concepto aceptable de lo que trata esta rama de la biología.

Una definición sencilla de Ecología diría que es “el estudio científico de la interacción de los organismos entre sí, y de la interacción de estos con su ambiente”. Aunque esta definición aparenta ser una extremadamente simple esta enmascara una complejidad enorme.

El **ambiente**, según definido por los ecólogos incluye factores tanto **bióticos**, como **abióticos**. Entre los factores bióticos se incluyen la densidad poblacional, la diversidad y las interacciones entre los organismos. Ejemplos de estas interacciones serían: competencia (por comida, espacio, refugio), depredación (animal a animal o animal-planta), parasitismo, etc.

Entre los factores abióticos se encuentran la temperatura, luz, agua y nutrientes. Imagínese usted a 40 pies de profundidad en un arrecife de la Parguera, o en medio el bosque de Guánica, o en un pico elevado en el Yunque. ¿Notará usted alguna diferencia en temperatura, iluminación, humedad y nutrientes?

En ocasiones el término “Ecología”, es utilizado por la Prensa de manera informal, con un significado muy distinto al de “el estudio científico”. Por ejemplo, cuando se dice que cierto agente químico está destruyendo a la “ecología” de un lugar. Se refiere al daño que causa actualmente y que posiblemente ocasionará en el futuro a los organismos que viven en ese lugar.

Si recuerdan los niveles de integración biológica discutidos al principio del curso (átomo - molécula - célula - tejido ...), notarán: que podemos agrupar a los **individuos** de una misma especie en una o varias **poblaciones**; a un grupo de poblaciones de especies diferentes, en una **comunidad**; a una comunidad interactuando con su ambiente físico en un **ecosistema**. A un grupo de ecosistemas a gran escala se le puede llamar un **bioma** y a todos ellos los podemos incluir dentro de la **biosfera**.

Al igual que los otros niveles de integración biológica, las poblaciones poseen atributos propios, que no podemos encontrar en ningún otro nivel. Entre estos atributos podemos mencionar: densidad poblacional, distribución geográfica y la utilización espacial (agrupado, uniforme, aleatorio). Sólo podemos encontrar

OJO: Para este laboratorio es necesario traer: **calculadoras**, reglas, lápices de colores y papel de gráfica.

estos atributos en una población, no en un (1) solo organismo. Densidad Poblacional es el número de organismos que podemos encontrar en un área dada (o volumen).

El próximo nivel de organización biológica son las **comunidades**. Estas al igual que las poblaciones, poseen atributos que son únicos dentro de su nivel de organización. Entre estos estudiaremos la diversidad.

Biodiversidad, es uno de los términos más utilizados hoy en día. Este término, uno muy inclusivo, es utilizado principalmente por los estudiosos de las Ciencias Ambientales. Dentro del término biodiversidad se incluye a la diversidad de especies (la que estudiaremos hoy), diversidad genética y diversidad de ecosistemas.

Diversidad de Especies:

La **diversidad de especies** posee dos componentes: *riqueza de especies* y *equitatividad* (proporcionalidad, abundancia relativa).

Riqueza de especies = número de especies presentes en una comunidad.

Equitatividad = medida de la abundancia relativa de las especies presentes.

Imagínese dos comunidades. Cada una compuesta por 100 individuos, los cuales pertenecen a una de estas 5 especies (A, B, C, D o E).

Comunidad 1: 20 A 20 B 20 C 20 D 20 E
Comunidad 2: 92 A 2 B 1 C 2 D 3 E

Si estas especies representaran árboles en un bosque y usted está estudiando la Comunidad 1, notará fácilmente que ésta se compone de cinco especies diferentes.

Sin embargo, en la Comunidad 2 casi todos los árboles serán de la especie A y con mucha dificultad encontrará árboles de las otras cuatro especies.

Aunque estas comunidades son igualmente ricas en especies (tienen el mismo número 5), la Comunidad 1, posee una distribución de individuos por especie más proporcional o equitativa. Para poder estudiar y comparar diferentes comunidades, los ecólogos utilizan un índice de diversidad. En este, están integrados ambos componentes: riqueza y equitatividad.

El estudio de la diversidad en teoría aparenta ser algo muy sencillo. En la práctica sin embargo, es muy complicado. Para no tener que clasificar todos los organismos de un lugar (incluyendo los miembros de los tres dominios), el estudio se hace de una **subcomunidad**. Por ejemplo, se puede estudiar la diversidad de, peces, o la de invertebrados, o la de esponjas, o de corales en un arrecife. En un bosque se puede estudiar los invertebrados, los vertebrados, las plantas, hongos, etc.

Comunidad X: 33 M, 27 Z, 60 T, 7 F, 8 Q

Una comparación entre la Comunidad X y las dos anteriores es un poco difícil, pues estas no se componen del mismo tipo ni de la misma cantidad de especies.

Es por este tipo de complicaciones que se crearon varios índices para poder determinar la diversidad en diferentes ecosistemas. Con estos podemos comparar ecosistemas tan diferentes como bosques tropicales lluviosos, bosques templados, bosques secos, arrecifes de coral, etc.

OBJETIVOS

Al finalizar este ejercicio de laboratorio, se espera que el (la) estudiante:

- 1) pueda describir los niveles de organización biológica estudiados en ecología
- 2) pueda reconocer y determinar diferencias entre dos o más comunidades
- 3) pueda determinar el índice de diversidad de una comunidad utilizando el índice de Simpson.

MATERIALES

- Mapa de un ambiente ecológico que incluya varias especies
- cuadrante de un espacio interior de 7.6cm X 7.6cm (3" x 3")

MÉTODOS

Ejercicio 1: Estimar la Diversidad de especies de un Bosque utilizando un mapa.

a. Selección de las coordenadas a utilizar

- 1) Obtenga **diez (10) pares** de coordenadas (x,y) al azar, utilizando la Tabla de números aleatorios, que se encuentra al final de esta separata.
- 2) Anote las coordenadas en la tabla 10.1.

Cada coordenada (X ó Y) deben ser un número entre cero (0) y el máximo de las dimensiones del mapa provisto. Si la coordenada que usted seleccionó sobrepasa las dimensiones del mapa (en X, o en Y), no la utilice, ignorela y consiga una nueva.

Por ejemplo, si las dimensiones máximas del mapa son 60 x 80 metros, y las coordenadas seleccionadas son (60, 85) estas sobrepasan el máximo del mapa en Y. Selecciones coordenadas nuevas solo para Y.

b. Muestreo utilizando "cuadrats".

- 1) Localice la primera coordenada en el mapa. (*La idea es seleccionar unas coordenadas de manera similar al juego de mesa "Battleship"*).
- 2) Coloque el cuadrángulo (marco pequeño) sobre esta. Asegúrese de parear el punto marcado por la coordenada, con la esquina inferior izquierda del cuadrángulo. (Puede utilizar cualquiera de las cuatro esquinas del cuadrángulo. Sin embargo siempre debe utilizar la misma esquina para los 10 pares de coordenadas.)
 - a) Si al colocar el cuadrángulo, este sobrepasa los límites del mapa, sustituya estas coordenadas por unas nuevas.
 - b) Decida de antemano como va a tratar a aquellos individuos que se encuentran parcialmente fuera (o dentro) del cuadrat. Debe ser consistente, decide incluirlos en el muestreo, debe siempre incluirlos.

Los cuadrats o cuadrángulos son muy convenientes cuando se estudian áreas muy grandes tales como los Bosques de Guánica o el Yunque.

Con esta técnica se puede **obtener un estimado** de varios parámetros ecológicos. Hacer el estudio utilizando todo el área sería físicamente imposible, extremadamente costoso, o tomaría demasiados años. Un estimado bien echo **debe representar muy bien a la comunidad o al bosque estudiado.**

- 3) Inventario: determine el número de individuos presentes de **TODAS** las especies que encuentre dentro de los límites internos del cuadrángulo. Por ejemplo: encontró 0 individuos de la especie A y 5 de la especie E, 7 de la especie J ... **Coloque los datos en la Tabla 10.1.**

4) Repita este procedimiento para las restantes nueve (9) coordenadas.

5) Utilizando la Tabla 10.1, determine el total de individuos que encontró de cada especie. Pero sólo cuente aquellas especies de las cuales encontró más de un (1) individuo. Ignore aquellas de las cuales no encontró individuo alguno en el muestreo total.

Tabla 10.1: Diversidad

Coordenadas											
Sp	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T
A											
B											
C											
D											
E											
F											
G											
H											
I											
J											
K											
L											
M											
N											
O											
P											
Q											
R											
S											
T											

Para determinar la diversidad de una comunidad, utilizaremos el índice de Simpson. Este índice arrojará un **número positivo** entre cero y uno (un decimal).

Mientras más cercano a cero (0) se encuentre el índice, menor será la diversidad del lugar estudiado. Un resultado cercano a uno (1) es indicativo de una diversidad mayor.

Una diversidad muy cercana a "1" indica que el lugar estudiado posee una **riqueza de especies** muy alta y que estas especies poseen (aproximadamente) una **abundancia relativa** similar.

La ecuación para el índice de Simpson es:

$$D_S = 1 - \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

D_S representa diversidad;

N es el total de individuos colectados o encontrados de todas las especies;

n_i es la abundancia de una de las especies y

Σ (Σ) es la sumatoria desde el primer dato hasta el último.

----- **Caso Hipotético** -----

Especie (I)	Abundancia (n_i)
A	50
B	25
C	10

Total : 85 (N)

Multiplique el número de individuos de la especie A por él mismo - 1. Osea: (A * (A-1)) en este caso 50*(50-1). Repita para cada especie presente. Al final sumará todas estas multiplicaciones.

$$D_S = 1 - \frac{50(49) + 25(24) + 10(9)}{85(84)}$$

$$D_S = 1 - (3140/7140) = 1 - 0.44 = 0.56$$

c. Determine el Índice de Simpson

OJO:

El resultado obtenido por este índice tiene que estar entre 0 y 1. Mientras más se acerque a 1 más diversa será esa comunidad. Si el número es mayor de 1 debe haber un error en las calculaciones. Si el índice es negativo, fue que olvidó restar el "1" al comienzo de la ecuación.

¡Compare sus resultados con los de las otras mesas!

Tabla 10.2. Comparación de Resultados

Diversidad				
Mesa	Índice	Baja	inter.	Alta
1				
2				
3				
4				
5				
6				

¡Haga una marca de cotejo para indicar el grado de diversidad!

¿Todas la mesas obtuvieron un resultado similar?

¿Cómo puede explicar la diferencia en los resultados (si la hay) si están estudiando el mismo lugar y utilizando los mismos métodos?

PARTE B: SELECCIÓN NATURAL

OBJETIVOS:

Que el estudiante PUEDA ...

- familiarizarse con los mecanismos de selección natural.
- reconocer las ventajas que le otorga la coloración críptica a los organismos.

MATERIALES:

- Mapas de ambiente
- cuadritos de papel grises o negros

INTRODUCCIÓN:

El propósito de este ejercicio es ... Que el estudiante comprenda que el proceso de *selección natural* es un mecanismo de cambio evolutivo.

Los siguientes cinco postulados resumen el razonamiento que utilizó **Charles Darwin** para explicar su teoría sobre la Evolución. Teoría que nombró: "Sobre el origen de las Especies" y cuyo mecanismo principal era la **selección natural**.

1. Todos los individuos de la misma especie son diferentes entre sí (mire las caras de sus compañeros).
2. Muchas de éstas diferencias son hereditarias.
3. Los miembros de una especie cualquiera producirán un número mayor de descendientes de los que el ambiente puede sostener.
4. Por consiguiente: habrá una lucha por la sobrevivencia y no todos los organismos podrán sobrevivir o reproducirse.
5. Aquellos individuos que posean alguna característica (hereditaria) que le provea ventajas en sobrevivencia y/o reproducción (sobre los demás miembros de su especie), dejarán más descendencia. Estos serán más aptos. Pues la aptitud se mide por el número de hijos.

El resultado de todo esto es la selección natural. Esta se define como: las diferencias en sobrevivencia y éxito reproductivo de los individuos en una población.

Con tiempo suficiente, la selección natural puede transformar una especie. Esta puede aumentar la frecuencia de ciertas adaptaciones ventajosas para un ambiente determinado.

Utilicemos como ejemplo una población de Jirafas en África.

Caso 1: Aquellas de cuello más largo podrán obtener alimento de lugares muy altos, donde las otras no pueden llegar. Estas estarán mejor alimentadas y podrán vivir más tiempo y tener más hijos.

Caso 2: Aunque las Jirafas más “sexí” no estén tan bien alimentadas como las de cuello largo, atraerán más hembras (o machos, dependiendo del caso) y dejarán mucha descendencia.

Caso 3: Sin embargo aquellas Jirafas más “sexí” y de cuello más largo dejarán más descendencia que los otros dos tipos previos.

Caso 4: Jirafas de cuello corto y no tan “sexí”. Dejarán la descendencia menor de los cuatro casos.

Adaptaciones tales como camuflaje, largo del cuello, etc. son beneficiosas en un ambiente, sin embargo estas pueden ser perjudiciales en otro. Por ejemplo un oso polar en un bosque oscuro o un oso marrón en un ambiente blanco como el Polo Norte. En ambos casos los osos morirán de hambre.

Las adaptaciones no tiene que ser solamente morfológicas, pueden ser también fisiológicas y/o de conducta.

Mediante el mecanismo de selección natural, una especie puede desarrollar características que le ayudan a adaptarse mejor al ambiente donde vive.

Ejercicio 2: Simulacro de Selección Natural

En este ejercicio estudiaremos la adaptación morfológica: **coloración críptica**. Esta adaptación le permite a los organismos confundirse con el ambiente donde viven.

Este tipo de coloración “rompe” la forma del organismo, lo que evita que sean detectados visualmente por otras especies, presas o depredadores.

Por lo general, el camuflaje está relacionado con cambios anatómicos, ya sea de color o forma. Estos cambios externos pueden estar complementados por cambios la conducta del individuo.

Melanismo Industrial

La historia comienza en Inglaterra antes de la revolución industrial. La población de la polilla (mariposita) *Biston betularia* consistía de dos **morfos** (formas). El morfo moteado era bastante común y el morfo negro (melánico) era muy raro.

Esta polilla se ocultaba posándose en los troncos de los árboles, entre los líquenes (ver texto) que los cubrían. Como podrán apreciar las polillas moteadas son muy difíciles de distinguir de los líquenes. Esta coloración críptica la protege muy bien de los depredadores que utilizan la visión para detectar sus presas. Sin embargo el morfo negro, era presa fácil de los depredadores (mariposa negra sobre líquenes moteados).

La fuente de energía en la Revolución Industrial lo fue el carbón. Las miles de chimeneas liberando particulado al aire y la contaminación acabó con los líquenes. La apariencia de los troncos cambió rápidamente, de moteado, a oscuro, a negro.

El ambiente de esta polilla cambió dramáticamente: de un ambiente que favorecía al morfo moteado a uno que favorecía al

negro. Según pasó el tiempo el morfo moteado se fue haciendo cada vez más raro.

Sin embargo, al finalizar la Revolución Industrial los bosques comenzaron a recuperarse. El proceso comenzó a dar marcha atrás y el morfo moteado fue aumentando en número.

En este ejercicio se estudiará como el mecanismo de selección natural afecta la aptitud de los miembros de una especie (i.e. sobrevivencia y descendencia).

La fuerza selectiva en esta simulación:

Depredación (visual)

Característica sobre la cual se selecciona:

Coloración Críptica

La actividad consiste en simular la efectividad del camuflaje en una interacción depredador-presa.

Se utilizará como presa unos pedacitos de papel (moteado o melánico) y como depredador ... **Usted.**

1. Tome 50 pedacitos moteados y 50 negros para un total de 100.
2. El ambiente natural de los organismos estará representado por una hoja de papel legal (8.5x14) que jugarán el papel del ambiente.
Estas hojas están marcadas: 0%, 33% y 63%. Esto se refiere al porcentaje del ambiente que es de color negro.
3. Para este primer ejercicio utilice la hoja marcada _____ (0%, 33% o 63%) según le indique su profesor.

4. distribuya lo mejor que pueda de forma aleatoria los 100 pedacitos de papel en su ambiente natural (papel legal).

Para los siguientes pasos se utilizarán tres estudiantes como depredadores y uno como “árbitro”.

El **árbitro** se encargará de vigilar a los “depredadores” y de asegurarse de que estos depredan rápidamente sin detenerse a buscar con cuidado cada presa. Pues se parte de la premisa que estos depredadores son oportunistas y que se comen lo primero que encuentran.

5. El primer depredador (estudiante) removerá uno a uno 25 individuos (pedacitos de papel) de su ambiente y los colocará al lado. Puede establecer un tiempo límite (i.e. 30s) para el evento de depredación.
6. Repita el paso anterior con los otros dos estudiantes. Al final removerá un total de 75 pedacitos (3 depredadores, 25 presas c/u).

Deben sobrevivir un total de 25 papeles (individuos) en el ambiente.

Si el camuflaje de los moteados es demasiado bueno, vuelque el papel sobre la mesa para descubrirlos)

7. Llene la Tabla 10.3, con los resultados de todos los depredadores.
8. Asuma que la **presa** se reproduce asexualmente. Cada uno de los 25 individuos que sobrevivió producirá una prole de 3 hijos idénticos a él (usa papeles del mismo color). Al terminar la “reproducción” la población regresará a su tamaño original de 100 individuos (25 padres, más 75 hijos).

Los organismos que componen esta nueva generación no han sido seleccionados al azar. Son aquellos que lograron sobrevivir a una ronda de depredación.

Se debe tener claro que la depredación NO es la única presión selectiva que actúa sobre una población. La competencia, las enfermedades, los cambios en el clima o la disponibilidad de alimento entre otras, pueden ejercer igual presión.

10. **Haga una gráfica** donde muestre como cambia el número de individuos de cada morfo a través del tiempo. En este caso sería desde el tiempo inicial (50 melánicos: 50 moteados), hasta el final del tercer evento de depredación.

En el eje de **X** marque el evento de depredación comenzando desde el tiempo cero, 1, 2, 3 y en el de **Y** cuantos individuos resultaron después de la reproducción de cada morfo {ver tabla 10.3: (a+b)}.

9. Repita la depredación dos veces más y finalice al reproducir los últimos 25 individuos. Analice los resultados.

Tabla 10.3a Episodio de depredación # 1

Morfo	Sobrevivientes (a)	Sobrevivientes x 3 (b)	Total (a+b)
Moteado			
Melánico			
Ambiente %	*TOTAL		

* Debe ser 100.

Tabla 10.3b Episodio de depredación # 2

Morfo	Sobrevivientes (a)	Sobrevivientes x 3 (b)	Total (a+b)
Moteado			
Melánico			
Ambiente %	*TOTAL		

* Debe ser 100.

Tabla 10.3c Episodio de depredación # 3

Morfo	Sobrevivientes (a)	Sobrevivientes x 3 (b)	Total (a+b)
Moteado			
Melánico			
Ambiente %	*TOTAL		

* Debe ser 100.

¡Explique los resultados!

¡Explique la Gráfica!

¿Todos los grupos obtuvieron los mismos resultados? ¡Explique!

En el ejercicio anterior el ambiente, sea cual sea el que usted utilizó se mantenía constante. ¿Como sería la gráfica si el **ambiente cambiara** generación tras generación ...

- a) una generación en 0%, la siguiente en 30% y la final en 63%.
- b) una generación en 63%, la siguiente en 30% y la final en 0%.
- c) los ambientes cambian aleatoriamente.

Seleccione una de las anteriores, realice el experimento, haga la gráfica y discuta con sus compañeros.

Tabla 10.4a Episodio de depredación # 1

Morfo	Sobrevivientes (a)	Sobrevivientes x 3 (b)	Total (a+b)
Moteado			
Melanico			
Ambiente %	*TOTAL		

* Debe ser 100.

Tabla 10.4b Episodio de depredación # 2

Morfo	Sobrevivientes (a)	Sobrevivientes x 3 (b)	Total (a+b)
Moteado			
Melanico			
Ambiente %	*TOTAL		

* Debe ser 100.

Tabla 10.4c Episodio de depredación # 3

Morfo	Sobrevivientes (a)	Sobrevivientes x 3 (b)	Total (a+b)
Moteado			
Melanico			
Ambiente %	*TOTAL		

* Debe ser 100.

PREGUNTAS GENERALES:

1. De acuerdo con sus resultados y el de sus compañeros: ¿Qué factor usted cree influye más en los resultados de esta simulación de selección natural: depredador, camuflaje de la presa o el ambiente. ¿Sus conclusiones se pueden aplicar a la naturaleza? ¿Apoye con ejemplos su respuesta a la pregunta anterior!
2. ¿Diversidad y Biodiversidad significan lo mismo?
3. ¿Densidad y Diversidad son ambas características de las comunidades?
4. Sugiera estrategias de camuflaje ideales para organismos en al menos tres biomas diferentes. (ej. Desierto, Bosque

tropical lluvioso, Taiga y Tundra).

- En el experimento de Selección Natural.
5. ¿Podrá usted predecir cuál sería el resultado en su ecosistema después de 20 generaciones?
 6. ¿Podrá usted predecir cuál sería el resultado en su ambiente si después de cada generación (y por supuesto del evento de depredación) cambiara su ecosistema por otro de diferentes porcentajes? ¿Explique su contestación!
 7. El caso de ¿quién evoluciona? ¿Un individuo, una población, una especie? ¿Explique su respuesta!