

Actividades Prácticas de Ecología



*Ileana Herrera,
Anahí Vargas, Kimberly Rizzo,
Isabella Dillon, Isabela Vieira*





***ACTIVIDADES
PRÁCTICAS
DE ECOLOGÍA***

*Ileana Herrera, Anahí Vargas, Kimberly Rizzo,
Isabella Dillon, Isabela Vieira*

2024

UNIVERSIDAD ESPÍRITU SANTO

Km. 2,5 Vía a Samborondón - Ecuador

Teléfono: (593-4) 5000950

ceninv@uees.edu.ec

www.uees.edu.ec

Autoras:

Ileana Herrera, Anahí Vargas, Kimberly Rizzo, Isabella Dillon, Isabela Vieira

Editor:

Fernando Espinoza Fuentes

Coordinadora editorial:

Natascha Ortiz Yáñez

Cita:

(Herrera, Vargas, Rizzo, Dillon & Vieira, 2024)

Referencia Bibliográfica:

Herrera, I., Vargas, A., Rizzo, K., Dillon, I. & Vieira, I. (2024). Actividades prácticas de Ecología. Universidad Espíritu Santo - Ecuador.

Diseño de Portada:

Universidad Espíritu Santo

Diseño e Impresión:

TRIBU Soluciones Integrales

Urdesa Norte Av. 2da. #315

Teléfono: (593-4) 2383926

eperalta@tribuec.net

Edición:

Primera, Diciembre 2024

ISBN-E: 978-9978-25-267-3

Derechos reservados. Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra, por cualquier medio, sin la autorización escrita de los editores.

CONTENIDO

Presentación.....	7
Ecología aplicada.....	9
Unidad I: Ambiente físico y adaptaciones de la biota.....	11
Práctica 1: Caracterización del espacio geográfico.....	11
Introducción.....	11
Conceptos básicos.....	12
Actividades.....	15
Práctica 2. Macroclima.....	23
Introducción.....	23
Conceptos básicos.....	24
Actividades.....	27
Práctica 3. Efecto de la salinidad sobre la germinación de semillas.	31
Introducción.....	31
Actividades.....	32
Práctica 4. Adaptaciones de los organismos a las condiciones ambientales.....	41
Introducción.....	41
Conceptos básicos.....	42
Actividades.....	43
Unidad II: Ciclo de vida, poblaciones e interacciones entre especies.....	49
Práctica 5. Historia y ciclos de vida.....	49
Introducción.....	49
Conceptos básicos.....	50
Actividades.....	51

Práctica 6. Tablas de vida y curvas de supervivencia.....	55
Introducción.....	55
Conceptos básicos.....	56
Actividades.....	58
Práctica 7. Crecimiento poblacional.....	61
Introducción.....	61
Conceptos básicos.....	62
Actividades.....	64
Práctica 8. Muestreo de poblaciones y comunidades.....	69
Introducción.....	69
Conceptos básicos.....	70
Actividades.....	72
Práctica 9. Índices de diversidad.....	79
Introducción.....	79
Conceptos básicos.....	80
Actividades.....	81
Práctica 10. Proyectos en Ecología.....	85
Introducción.....	85
Actividades.....	86
Ecología aplicada II.....	89
Unidad I: Distribución y tamaño poblacional.....	91
Práctica 11. Estimación de los tipos de distribución poblacional.....	91
Introducción.....	91
Conceptos básicos.....	92
Actividades.....	92
Unidad II: Ecología de Comunidades.....	101
Práctica 12. Comunidades.....	101
Introducción.....	101
Conceptos básicos.....	102

Actividades.....	103
Práctica 13. Competencia intraespecífica.....	105
Introducción.....	105
Actividades.....	106
Práctica 14. Competencia interespecífica.....	109
Introducción.....	109
Conceptos básicos.....	110
Actividades.....	110
Práctica 15. Método de captura y recaptura.....	113
Introducción.....	113
Conceptos básicos.....	114
Actividades.....	114
Unidad III: Ecología de Ecosistemas.....	117
Práctica 16. Ecosistemas.....	117
Introducción.....	117
Actividades.....	118
Unidad IV: Flujo y Energía.....	121
Práctica 17. Flujo de materia y energía.....	121
Introducción.....	121
Conceptos básicos.....	122
Actividades.....	122
REFERENCIAS.....	127

PRESENTACIÓN

La ecología, como ciencia que estudia las interacciones entre los organismos y su entorno, a menudo aborda conceptos que pueden resultar complejos de comprender y aplicar en el campo. Con el objetivo de facilitar la transición de la teoría a la práctica, este libro ha sido diseñado como una herramienta para estudiantes de ciencias ambientales. A través de una serie de actividades y experimentos analíticos, se busca que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos en los cursos teóricos, desarrollando las habilidades necesarias para su futuro desempeño profesional.

Este libro comprende 17 prácticas que exploran el estudio de los factores abióticos y bióticos, así como las interacciones entre ellos. Estas prácticas abordan temas esenciales como el estudio del ambiente físico, las adaptaciones de los organismos a las condiciones ambientales, el nicho ecológico, las interacciones entre especies, el crecimiento poblacional, la estructura de las comunidades, el funcionamiento de los ecosistemas, los índices de biodiversidad y los ciclos biogeoquímicos. A través de estas actividades, los estudiantes podrán experimentar, observar y analizar procesos ecológicos, adquiriendo destrezas que les permitirán responder preguntas fundamentales sobre la ecología. Estas preguntas incluyen la abundancia y distribución de los componentes de los diferentes niveles de organización de la vida: individuos, poblaciones, comunidades y ecosistemas.

Un individuo es un organismo vivo que cumple un ciclo natural. Cuando un grupo de individuos puede reproducirse y producir descendencia fértil, se define como una especie. Al interactuar con su entorno y otros organismos, estos individuos forman poblaciones, que son grupos de individuos de la misma especie que ocupan un espacio particular al mismo tiempo, con la capacidad potencial de interactuar y entrecruzarse. También, los patrones de dispersión de los individuos en una población influyen cómo estos se distribuyen espacialmente. Las poblaciones, a su vez, se agrupan con otras poblaciones de diferentes especies en comunidades, donde las relaciones ecológicas facilitan la coexistencia y dinamizan el espacio compartido. Dentro de una comunidad, la abundancia se refiere al número de individuos que componen cada población, permitiendo distinguir entre especies comunes.

Este libro de prácticas ha sido concebido como una herramienta complementaria para ser utilizada tanto en el laboratorio como en el aula, ofreciendo flexibilidad para su implementación. Además, busca transformar los conocimientos teóricos adquiridos en clase en experiencias significativas, contribuyendo así a la formación de profesionales comprometidos con la conservación y el equilibrio de los ecosistemas.

ECOLOGÍA APLICADA

The image features a vertical title 'ECOLOGÍA APLICADA' in a bold, black, sans-serif font. The text is centered within a light green, rounded rectangular shape. The background is a complex, abstract composition of organic, flowing lines and shapes in various shades of green and grey. The lines are thick and black, creating a sense of movement and depth. The overall aesthetic is modern and eco-friendly.

Unidad I: Ambiente físico y adaptaciones de la biota

Práctica 1: Caracterización del espacio geográfico

Introducción

La Ecología, como ciencia que estudia las interacciones entre los organismos y su entorno, utiliza herramientas geográficas que permitan comprender el funcionamiento de los ecosistemas. Uno de los primeros pasos en cualquier proyecto de investigación es la adecuada caracterización del espacio abiótico del área de estudio. Esta caracterización implica la delimitación física del área y la comprensión de sus características topográficas, climáticas, hidrológicas y biológicas, entre otras.

Esta práctica se centra en proporcionar a los estudiantes de ciencias las habilidades básicas necesarias para llevar a cabo esta tarea. A lo largo de las actividades se abordarán conceptos y técnicas relacionadas con la geografía y el uso de mapas. Asimismo, se utilizará Google Earth, uno de los sistemas de información geográfica más accesibles y ampliamente conocida. Esta herramienta de exploración permite crear mapas, calcular distancias, áreas y perímetros, entre otras herramientas útiles para proyectos de investigación o planificación de rutas de trabajo.

Es importante destacar que los estudiantes pueden requerir el uso de mapas en varios campos de acción. Por ejemplo, en proyectos de conservación de biodiversidad, el manejo adecuado de estos recursos les permite comprender la distribución geográfica de las especies y los hábitats. Del mismo modo, en el ámbito de la ingeniería ambiental, el mapeo de recursos naturales y la evaluación de impacto ambiental son prácticas comunes que requieren el manejo adecuado de herramientas cartográficas.

Conceptos básicos

La escala es una relación geométrica entre las dimensiones representadas en el papel, como en un mapa o un plano, y sus equivalentes en el terreno real. Existen dos tipos principales de escalas: numérica y gráfica. La escala permite calcular distancias y áreas en el terreno a partir de representaciones cartográficas.

Matemáticamente, la escala se expresa como $1/d$, donde “d” es el módulo de la escala. Para obtener la escala se implementa la siguiente fórmula:

Fórmula

$$\frac{\text{Distancia en el papel}}{\text{Distancia en el terreno}} = \frac{DP}{DT}$$

Ejemplo

Si la distancia en el papel es de 3 cm y la distancia real en el terreno es de 3 km

$$\frac{3 \text{ cm}}{300000 \text{ cm}}$$

La escala resultante al simplificar es de 1:100.000.

Esto significa que **1 cm** en el papel equivale a **100.000 cm** (o 1 km) en el terreno.

Las escalas se pueden clasificar según su valor numérico en:

- Pequeñas ($d > 500.000$): Por ejemplo, una escala de 1:600.000 indica que 1 cm en el papel equivale a 6 km en el terreno (1 cm = 6 km), lo que implica una representación menos detallada en el mapa.
- Medianas ($75.000 < d < 500.000$).
- Grandes ($d < 75.000$).

Es importante destacar que a medida que aumenta la escala, disminuye el módulo y, por ende, aumenta el nivel de resolución

y el detalle en el que se puede apreciar el mapa. La escala gráfica es una regla graduada que se dibuja en el mapa para ofrecer una representación visual de la escala (Figura I.1).

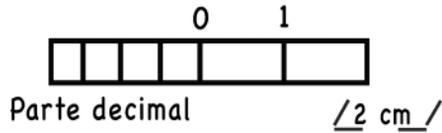


Figura I.1: Esquema de una escala gráfica

Ejemplo

Un segmento de 2 cm en el mapa equivale a

1 km en el terreno.

$$d = \frac{2 \text{ cm}}{100000 \text{ cm}} = \frac{1}{50000}$$

El canevas, también conocido como retícula o sistema de coordenadas del mapa, proporciona una estructura de referencia para ubicar puntos específicos en el mapa (Figura I.2). Se compone de paralelos y meridianos que forman un sistema de coordenadas X-Y. Las coordenadas pueden expresarse de diferentes maneras, incluyendo coordenadas astronómicas (latitud y longitud) y coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), que se basan en unidades de longitud y referencia a un meridiano convencional y al ecuador.

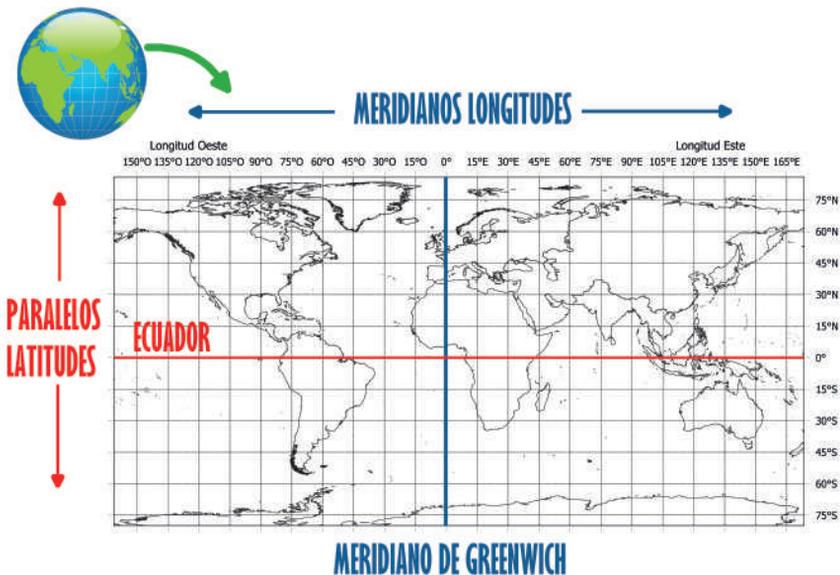


Figura I.2: El canevas, donde se muestran los paralelos, meridianos y la línea ecuatorial

Tipos de coordenadas

a. Astronómicas

Latitud: distancia desde cualquier punto terrestre hasta el ecuador en grados, minutos y segundos (Norte o Sur).

Longitud: distancia desde cualquier punto terrestre al meridiano principal de Greenwich (Este u Oeste).

b. UTM

Se expresan en unidades de longitud y se refiere a la distancia desde cualquier punto terrestre al ecuador (x) y a un meridiano convencional (y).

Actividades**Actividad 1. Glosario de términos**

Realice un glosario que involucre los siguientes términos:

- a. Mapa
- b. Cartografía
- c. Proyecciones cartográficas
- d. Escala geográfica
- e. Sistema de coordenadas
- f. Topografía

Actividad 2. Identificación de sistemas de coordenadas

Revise diez (10) mapas para Ecuador utilizando varias fuentes de información geoespacial disponibles online. Para cada uno de estos mapas complete la información solicitada en la Tabla I.1.

Tabla I.1: Información geoespacial para diez mapas

No	Tipo de mapa	Sistema de Coordenadas	Escala	Información que provee	Fuente (dónde obtuvo el mapa)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Actividad 3. Ubicación de coordenadas geográficas

1. Localice sobre un mapa de Ecuador las siguientes coordenadas mostradas en la Tabla I.2 y describe la localidad más cercana al punto.

Tabla I.2: Localidades asociadas a determinadas coordenadas geográficas

No	Coordenada	Localidad
1	1°33'45"S; 80°49'48"O	
2	4°17'00"S; 79°00'00"O	
3	0°07'44"S; 76°24'50"O	
4	0°57'00"N; 79°40'00"O	
5	0°48'42"N; 77°43'07"O	

2. Localice sobre un mapa de Ecuador las localidades especificadas en la Tabla I.3 e indica la coordenada (astronómica) más cercana a la localidad descrita.

Tabla I.3: Coordenadas geográficas asociadas a determinadas localidades

No	Localidad	Coordenadas
1	Cerca de la Ecoaldea en Isla Santay, iniciando el Sendero de Huaquillas, Guayaquil	
2	Cascada Cóndor Samana, en la base del Chimborazo	
3	En la zona más norte de la laguna grande del Cuyabeno	
4	2 km pasando San José de Alluriquín (en dirección hacia el Paraíso), Carretera de Santo Domingo	
5	Reserva biológica Cerro Seco, Cerca de Bahía de Caráquez	

3. Convierte las coordenadas astronómicas indicadas en la Tabla I.4 en grados decimales utilizando la ecuación correspondiente.

Tabla I.4: Coordenadas en grados decimales calculadas a partir de coordenadas astronómicas.

No	Coordenada	Ecuación y cálculo	Coordenadas en grados decimales
1	1°33'45"S; 80°49'48"O		
2	4°17'00"S; 79°00'00"O		
3	0°07'44"S; 76°24'50"O		
4	0°57'00"N; 79°40'00"O		
5	0°48'42"N; 77°43'07"O		

INFORMACIÓN ADICIONAL



La conversión de coordenadas astronómicas a grados decimales es crucial por varias razones: es un estándar internacional ampliamente aceptado que facilita el intercambio de datos, ofrece mayor precisión y simplifica los cálculos matemáticos y estadísticos. Además, es más fácil de interpretar y de utilizar en software de geolocalización (SIG, Sistemas de Información Geográfica), asegurando consistencia en los datos y eficiencia en el procesamiento automatizado.

4. Use un mapa en coordenadas estándar UTM del Ecuador y calcula la distancia entre cinco pares de localidades. Primero, seleccione el par de coordenadas y luego estime la distancia usando las herramientas adecuadas en Google Earth. Complete la Tabla I.5.

Tabla I.5: Cálculo de distancia entre pares de coordenadas a partir de mapas en UTM

No	Mapa	Fórmula (procedimiento)	Distancia
1			
2			
3			
4			
5			

INFORMACIÓN ADICIONAL



Un transecto es una línea recta, o a veces una ruta, trazada a través de un área de estudio. Los investigadores recorren esta línea y registran datos a intervalos regulares o a lo largo de toda la línea. Esto permite obtener una muestra representativa de la biodiversidad o de las características del ecosistema en esa área.

Las curvas de nivel son líneas en un mapa topográfico que conectan puntos que están a la misma elevación sobre el nivel del mar. Estas curvas representan la forma y la elevación del terreno, permitiendo entender la topografía de una región sin tener que verla en persona.

Actividad 4. Perfil topográfico

Realice un análisis detallado del relieve de una región utilizando un mapa topográfico; para ello considera los siguientes pasos:

- 1. Dibuja el Transecto:** Traza una línea perpendicular a las diferentes curvas de nivel en la región de tu interés. En lo posible intentar abarcar una variedad de elevaciones (considera montañas, valles y planicies).
- 2. Identificación de Curvas de Nivel:** Una vez dibujado el transecto marca todos los puntos que interceptan con las curvas de nivel (o curvas de elevación).
- 3. Creación del Perfil Topográfico:** Con los puntos de intersección marcados, elabora un gráfico que muestre la elevación (eje y) en función de la distancia a lo largo del transecto (eje x). Como resultado tendremos el perfil transversal del terreno que nos permite visualizar cómo cambian las elevaciones a lo largo del transecto.
- 4. Análisis del relieve:** Finalmente, interpreta las características del relieve de la región, identifique los patrones de pendientes pronunciadas, áreas planas y, cuando sea posible, las formaciones geológicas.

Finalmente, inserte una captura del mapa topográfico, el gráfico del perfil topográfico y redacta un análisis de las características del relieve de la región.

Actividad 5. Análisis de un mapa

Elabore un mapa de una localidad de su interés y describe detalladamente la ubicación geográfica, estime el área de la localidad y caracterice el perfil topográfico. Puede realizar el mapa como un dibujo o utilizando alguna herramienta de sistema de

información geográfica e insertarlo en el recuadro mostrado en la Figura I.3. Recuerde incorporar los elementos básicos de un mapa (i.e. escala, canevas, leyenda y la flecha de norte).

Inserte el Mapa del perfil topográfico de la localidad (Inserte el nombre de la localidad escogida)
Descripción:

Figura I.3: Recuadro para insertar la información geográfica y topográfica de un área de interés

¿Cómo usar Google Earth?

1. Accede a Google Earth <https://earth.google.com/web>.
2. Busque un lugar específico escribiendo el nombre o las coordenadas en la barra de búsqueda.
3. Desplácese sobre el mapa y observe que las coordenadas del punto donde esté tu cursor aparecerán en la esquina inferior derecha de la pantalla.
4. Puede cambiar el formato de las coordenadas, para ello diríjase al menú **Herramientas > Configuraciones >**

Formatos y unidades, y seleccione el formato deseado: *Decimal, Grados, minutos, segundos*, etc. En la misma sección, puede cambiar la unidad de medida con la que te encuentres familiarizado, ya sea *Metros y kilómetros* o *Pies y millas*.

5. Para medir distancias haga clic en el icono de la regla, seleccione el punto de inicio haciendo clic en el mapa, haga clic en el punto final para trazar la distancia y la medición se mostrará en la parte inferior. Puede medir varias distancias consecutivas trazando líneas entre más puntos.
6. Para guardar las coordenadas o mediciones, use la opción de captura de pantalla o guarde las coordenadas manualmente. También puede guardar el proyecto y almacenar el archivo en formato *.kmz*, formato comúnmente usado para señalar lugares.

Unidad I: Ambiente físico y adaptaciones de la biota

Práctica 2. Macroclima

Introducción

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una área, la cual se puede definir a diferentes escalas espaciales. Nos referimos a microclima a áreas pequeñas, del orden de hectáreas (por ejemplo, parques, valles, haciendas, entre otros) y como macroclima a áreas grandes que abarcan desde región hasta continente. El macroclima abarca una amplia gama de fenómenos atmosféricos y oceanográficos, desde la distribución de temperaturas y precipitaciones hasta eventos climáticos extremos.

Analizar el macroclima nos permite comprender cómo los patrones climáticos tienen un efecto significativo en la distribución de los ecosistemas y especies, la disponibilidad de recursos hídricos, la frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos y la viabilidad de diversas actividades humanas. Con base en esto, se pueden desarrollar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, un desafío global que exige soluciones fundamentadas en conocimiento científico.

Esta práctica tiene como objetivo que los estudiantes adquieran habilidades para describir el microclima de una región o localidad a través de ejercicios prácticos y conceptos clave. Los estudiantes aprenderán a diferenciar entre clima y tiempo atmosférico, y a la vez conocer la diversidad de sistemas climáticos que existen. Esta práctica refuerza el conocimiento teórico desarrollando competencias analíticas y críticas, para que en un futuro los estudiantes tengan las herramientas para resolver problemas ambientales.

Conceptos básicos

Para conocer el clima de una localidad se debe recopilar registros de condiciones atmosféricas reportadas en los anuarios meteorológicos. Los **anuarios meteorológicos** muestran la información disponible de cada estación meteorológica del país. Por localidad estudiada, se levanta la ubicación, precipitación, temperatura, humedad relativa del aire, presión atmosférica, radiación solar y viento, entre otras variables relevantes para comprender el clima de la localidad.

Una de las formas de analizar el clima de una localidad es el **Sistema Climático de Gausсен**. Este sistema climático relaciona la temperatura media mensual y la precipitación total mensual, mediante la construcción de una gráfica denominada **climodiagrama** (o **climograma**). Esta forma de caracterizar el clima de una región fue ideada por Gausсен en 1954, y supone una relación de 1:2 entre el valor de la temperatura media mensual y la precipitación total mensual. Esto permite determinar la ausencia o presencia de períodos de sequía.

Para la construcción de un climodiagrama de Gausсен se disponen, en el eje horizontal (x), los meses del año, de enero a diciembre (para el hemisferio norte) y de julio a junio (para el hemisferio sur). En cada uno de los ejes verticales (y), se disponen las temperaturas medias mensuales en grados centígrados (curva K) y las precipitaciones totales mensuales en mm (curva L) (Figura II.1).

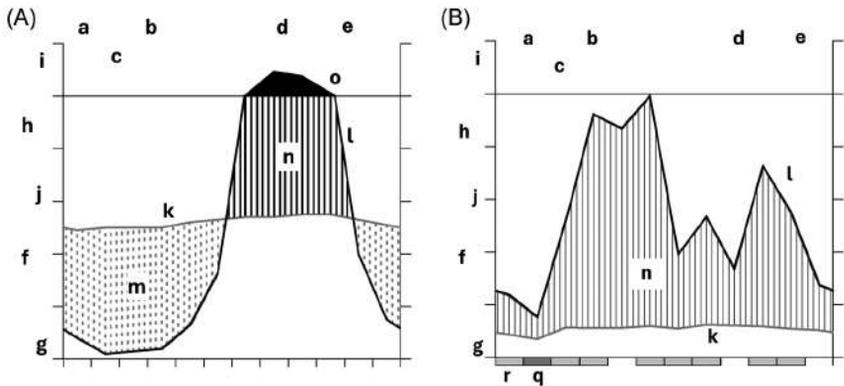


Figura II.1: Ejemplos de Climodiagrama de Gausse para la ciudad de (A) Guayaquil y (B) El Carmen (Pichincha). Cada letra en el climodiagrama nos indica lo siguiente: **(a)** el nombre de la estación, **(b)** altura sobre el nivel del mar, **(c)** período de observación **(d)** temperatura media anual en $^{\circ}\text{C}$, **(e)** precipitación media anual en mm, **(f)** media diaria mínima del mes más frío, **(g)** temperatura más baja registrada, **(h)** media diaria máxima del mes más cálido, **(i)** temperatura más alta registrada, **(j)** variaciones de la media diaria de temperatura, **(k)** curva de la media mensual de temperatura, **(l)** curva de la media mensual de precipitación, **(m)** período relativo de sequía, **(n)** estación húmeda, **(o)** media mensual de precipitación mayor a 100 mm (la escala se reduce a 1:10), **(q)** meses con una mínima diaria por debajo de 0°C (presencia de estación fría), **(r)** meses con una mínima absoluta por debajo de 0°C (presencia temprana o tardía de escarcha).

La Figura II.1 nos indica una **estación seca** cuando la temperatura se encuentra por encima de la curva de precipitación durante algún período del año, representada con una superficie punteada. Una **estación húmeda o relativamente húmeda** tiene lugar si la curva de precipitación supera a la de temperatura, representada con barras verticales.

Para los casos en que las precipitaciones mensuales superan los 100 mm se debe ajustar la escala a una relación de 1:10. En esta escala, una unidad corresponde a 200 mm de precipitación (donde 1°C se considera igual a 20 mm o 10°C a 200 mm). La zona que cumple con estos criterios se resaltará en negro, indicando una **estación extremadamente húmeda (o)**. Además, la intensidad de las estaciones secas y húmedas se representa mediante la extensión vertical de las superficies punteadas o las barras, respectivamente.

Cómo elaborar Climogramas según Gausson:

1. En el eje horizontal (x) se ubican los 12 meses del año.
2. En el lado izquierdo del gráfico, establezca el primer eje vertical (y) para la variable temperatura, con intervalos de 10°C .
3. En el lado derecho del gráfico, establezca el segundo eje vertical (y) para la precipitación, con intervalos de 20 mm.

Nota

El espacio entre cada intervalo de temperatura y precipitación, debe ser igual. Observe que la relación de temperatura y precipitación es de 1:2, es decir, 1°C equivale a 2 mm de precipitación. Para los casos en que las precipitaciones mensuales superan los 100 mm se debe ajustar la escala a una relación de 1:10. En esta escala, una unidad corresponde a 200 mm de precipitación (donde 1°C se considera igual a 20 mm o 10°C a 200 mm).



4. Utilice los datos mensuales promedio de temperatura y los totales de precipitación mensual, colocándolos en el centro del espacio asignado a cada mes, para trazar las curvas de temperatura (k) y de precipitación (l) (Figura II.1).

5. Representamos con puntos **la estación seca (m)** cuando la curva de temperatura se encuentre por encima de la curva de precipitación.
6. Representamos con barras verticales **la estación húmeda o relativamente húmeda (n) cuando** la curva de precipitación supere a la de temperatura.
7. Para los casos en que las precipitaciones mensuales superan los 100 mm se resaltarán en negro, indicando una estación **extremadamente húmeda (o)**.

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Realice un glosario que involucre los siguientes términos:

- a. Clima
- b. Tiempo atmosférico
- c. Macroclima
- d. Microclima
- e. Sistema de Clasificación Climática
- f. Cambio climático
- g. Isoclinas (de temperatura y precipitación)

Describe brevemente los siguientes sistemas de clasificación climática:

- a. Sistema Climático de Köppen
- b. Sistema Climático de Holdridge
- c. Sistema climático de Gaussend. Sistema climático de Thornthwaite

Actividad 2. Descripción de mapas con información climática

Ingrese al siguiente link, visualice los mapas climáticos disponibles para Ecuador. De estos mapas seleccione **tres** y **describalos**.

👉 <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/mapas-climaticos/>

Actividad 3. Exploración de datos en WorldClim

1. Ingrese al siguiente link y describe el tipo de información que se puede obtener de WorldClim:

👉 <https://www.worldclim.org/data/index.htm>

2. Luego, ingrese al siguiente link. Enumere y mencione las variables bioclimáticas de WorldClim. Explique cuál es la utilidad de la base de datos.

👉 <https://www.worldclim.org/data/bioclim.html>

Actividad 4. Implementación del Sistema Climático de Gausson

Revise la información meteorológica disponible para Ecuador y seleccione una localidad; para ello:

1. Accede a la siguiente carpeta en drive:

👉 [Am_2013.pdf](#) Visualice el documento y seleccione una localidad de tu preferencia.

2. Una vez que seleccione la localidad de trabajo, revise la información que provee la estación climática de la localidad e identifique la temperatura media mensual y la precipitación mensual así como se muestra en la Tabla II.1. Esta estación provee data climática para la ciudad de Guayaquil. En la

tabla se ha resaltado la información climática por mes que se requiere para realizar un climodiagrama: temperatura media mensual y precipitación mensual.

Tabla II.1: Extracto de data de la estación meteorológica M1096: Guayaquil, Universidad Estatal (Radio Sonda).

Mes	Temperatura del aire a la sombra (°C)					Punto de rocío (°C)	Tensión de vapor (hPa)	Precipitación (mm)		
	Absolutas		Medias					Suma Mensual	Máxima en	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Mensual				24h	Día
Ene.	34,8	21,9	30,8	23,7	26,9	23,2	28,4	157,4	22,3	23
Feb.	33,6	21,8	31	23,8	27	23	28	282,3	55,8	21
Mar.	34,8	22,3	31,8	24,3	27,4	23,6	29,1	511,9		
Abr.	34,3	21	32	23,7	27,6	22,7	27,7	109,8	23,2	18
May.	34,0	20,9	31	22,4	26,6	21,8	26,1	1,4	0,7	26
Jun.		19,6	28,9	21,6	25	21,1	25	0,4	0,4	1
Jul.	31,0	19,3	28,6	20,6	24,3	20,2	23,7	0	0	1
Ago.	32,1	19,7	29,7	20,6	24,7	20	23,3	0,6	0,6	25
Sep.	38,8	20,1	31,4	21,2	25,5	20,4	24	0	0	1
Oct.	34,5	20,4	31	21,7	25,7	20,9	24,7	0,2	0,2	16
Nov.	33,1	20,9	30,6	21,9	25,6	20,7	24,5	0	0	1
Dic.	35,8	20,3	32,7	22,4	27,5	20,6	24,3	0,5	0,4	17
Anual		19,3	30,8	22,3	26,2	21,5	25,7	1064,5		

Fuente: INAMHI. Anuario meteorológico 2013

3. Elabore un climodiagrama de Gausson (como el de la Figura II.1), describe el clima de la localidad utilizando el Sistema Climático de Gausson y completa la Figura II.2

Climodiagrama de Gausson	Descripción de la localidad

Figura II.2: Recuadro para insertar el climodiagrama de la localidad de su interés

Unidad I: Ambiente físico y adaptaciones de la biota

Práctica 3. Efecto de la salinidad sobre la germinación de semillas

Introducción

El efecto de la salinidad en la germinación de semillas es un tema de interés en la agricultura y la horticultura, ya que la salinidad del suelo puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas. La salinidad se refiere a la cantidad de sales presentes en el suelo, que pueden incluir cloruros y sulfatos. Cuando la concentración de sales es demasiado alta, puede afectar la absorción de agua y nutrientes por parte de las raíces. En zonas áridas y semiáridas, las pérdidas en la producción de cultivos causadas por la salinización oscilan entre el 18% y el 43%.

Actualmente, la salinidad es un componente ambiental importante que limita el establecimiento y la productividad de las plantas afectando la germinación de las semillas de varias maneras, incluyendo la disminución de la tasa de germinación, la reducción de la longitud de la radícula y el aumento de la incidencia de defectos en el embrión.

En los últimos años, la tierra cultivable afectada por salinidad a escala global es de aproximadamente 1.400 millones de hectáreas y esta cifra puede aumentar a 1.500 millones de hectáreas debido al riesgo climático y la sobrexplotación. Entre las principales causas de la salinización se encuentran el uso excesivo de fertilizantes, la utilización de agua con alta concentración de sales, un mal drenaje y la tala de vegetación arbórea. Por esta razón se encontró que las técnicas de gestión agrícola adecuadas, como la aplicación de fertilizantes, la rotación de cultivos y la eliminación de los excesos de sales, pueden ser efectivas para reducir los efectos negativos de la salinidad en la germinación de las semillas.

Para esta práctica, se ha elegido *Phaseolus vulgaris* (frijol común) como modelo de estudio debido a su facilidad de cultivo al ser una herbácea de vida corta y floración anual. Estas características, junto con la diversidad de variedades disponibles, hacen del frijol común un modelo conveniente y versátil para estudiar la germinación de semillas en proyectos educativos y de investigación. Por esta razón, esta práctica busca evaluar el efecto de la salinidad sobre la germinación de *Phaseolus vulgaris* con la finalidad de que los estudiantes aprendan a planificar un experimento y a la vez mejoren sus habilidades de presentación y comparación de resultados estadísticos relevantes con estudios previos.

Actividades

Actividad 1. Fase de laboratorio

Materiales

- 30 vasos plásticos transparentes
- 200 semillas de *Phaseolus vulgaris* (Figura III.1)
- 4000 ml de agua destilada
- 100 g de sal de mesa (NaCl)
- 120 discos de algodón
- 1 palillo de dientes
- Film plástico
- Alcohol
- Colador
- Cloro
- Cinta de papel
- Marcador permanente de punta delgada
- Tres cajas para transportar los vasos luego de la siembra



Figura III.1: Semillas de *Phaseolus vulgaris*

Procedimiento

Tratamientos: En cada botella se colocará cada una de las siguientes mezclas con el nombre de cada tratamiento; siendo estos:

- I. Control:** 500 ml de agua destilada.
- II. Salinidad baja:** disolver 0,5 g de NaCl en 100 ml de agua destilada.
- III. Salinidad media:** disolver 2 g de NaCl en 100 ml de agua destilada.

Réplicas: Para cada tratamiento se realizarán **10 réplicas**.

Preparación del experimento:

- I. Lave 200 semillas viables de *Phaseolus vulgaris* en 850 ml de agua destilada con 2 gotas de cloro durante 1 minuto utilizando un agitador. Escurre y vuelve a enjuagar solo con agua destilada durante otro minuto. Repite el lavado de las semillas con agua destilada dos veces más.

- II. Desinfecte con alcohol los vasos y rotúlalos con la siguiente información: responsable, fecha, tratamiento y número de réplica.
- III. Luego coloque dos discos de algodón y seis semillas en cada vaso. Con la ayuda de una pipeta, empapa el algodón con el tratamiento respectivo. Para evitar la contaminación de concentración de NaCl, empieza empapando los vasos de control, continúa con los de salinidad baja y por último los de salinidad alta.
- IV. Tape los vasos con film plástico y realice pequeñas perforaciones con un palillo dental. Para el cuidado de las muestras, coloque los vasos en un ambiente iluminado, ventilado y libre de insectos u otros animales. Durante el experimento, evite que el algodón se seque; para ello, realice riegos utilizando agua destilada (independientemente del tratamiento).
- V. Registre diariamente el número de semillas germinadas acumuladas por vaso. Para llevar el registro ordenado del número de semillas germinadas para cada tratamiento después de siete días puede utilizar la Tabla III.1
- VI. En caso de detectar la presencia de hongos e insectos en una semilla retire esta del experimento para que no contamine a las demás semillas. Realice un registro fotográfico de su experimento y represente gráficamente sus resultados como se explica en la actividad 2.

Tabla III.1: Registro de control de germinación de semillas

Réplicas	Salinidad Alta	Salinidad Baja	Control
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Promedio			
Desviación estándar			
Error estándar			

Actividad 2. Elaboración del informe

Contenido

- 1. Introducción:** Elabore una breve introducción de la práctica.
- 2. Objetivo:** Redacte el objetivo general y los objetivos específicos.
- 3. Metodología:** Describe los métodos utilizados para alcanzar cada objetivo específico, indicando los materiales, procedimiento y los análisis estadísticos necesarios para este proyecto.
- 4. Resultados:** Describe cada uno de los resultados obtenidos en el texto e inserte las tablas y figuras que apoyen cada resultado descrito.

Para poder obtener el número de semillas que germinaron con éxito utilice la Tabla III. 2 para el tratamiento de control, la Tabla III.3 para el tratamiento de salinidad baja y la Tabla III.4 para tratamiento de salinidad alta.

Tabla III.2: Registro de control del número de semillas germinadas para el tratamiento de control.

Código del Tratamiento	Número semillas iniciales	Día de inicio germinación	Número semillas germinadas, acumulado por día							Total de semillas germinadas	% de germinación
			1	2	3	4	5	6	7		
Control 1											
Control 2											
Control 3											
Control 4											
Control 5											
Control 6											
Control 7											
Control 8											
Control 9											
Control 10											
Promedio											
Desviación estándar											
Error estándar											

Tabla III.3: Registro de control del número de semillas germinadas para el tratamiento de salinidad baja.

Código del Tratamiento	Número semillas iniciales	Día de inicio germinación	Número semillas germinadas, acumulado por día							Total de semillas germinadas	% de germinación
			1	2	3	4	5	6	7		
SB 1											
SB 2											
SB 3											
SB 4											
SB 5											
SB 6											
SB 7											
SB 8											
SB 9											
SB 10											
Promedio											
Desviación estándar											
Error estándar											

Tabla III.4: Registro de control del número de semillas germinadas para el tratamiento de salinidad alta.

Código del Tratamiento	Número semillas iniciales	Día de inicio germinación	Número semillas germinadas, acumulado por día							Total de semillas germinadas	% de germinación
			1	2	3	4	5	6	7		
SA 1											
SA 2											
SA 3											
SA 4											
SA 5											
SA 6											
SA 7											
SA 8											
SA 9											
SA 10											
Promedio											
Desviación estándar											
Error estándar											

Finalmente, realice un análisis estadístico que le permita saber si los promedios entre los tratamientos son significativamente diferentes y realice las siguientes gráficas:

Gráfico del número acumulado de semillas germinadas:

Realice la gráfica para el control y los dos tratamientos usando líneas continuas (debido a que la variable independiente es continua) usando las variables detalladas en la Figura III.2. Obtén las líneas de tendencia y ecuación de la recta para identificar el valor de la pendiente, que es también el valor de la velocidad de germinación de las semillas para cada tratamiento.

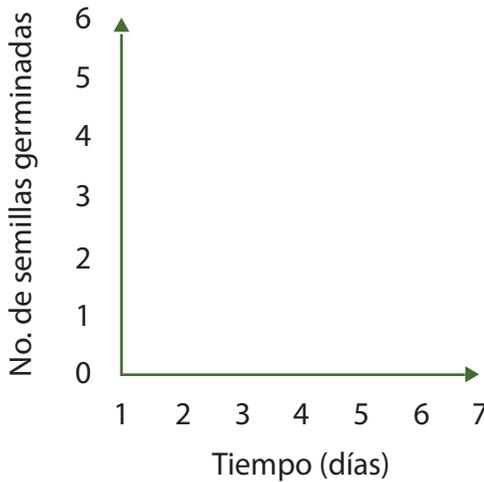


Figura III.2: Gráfica para representar el acumulado de semillas germinadas

Gráfico del inicio de la germinación:

Realice la gráfica para el control y los dos tratamientos, usando barras para representar el valor promedio utilizando las variables detalladas en la Figura III.3. En este caso se usan barras porque la variable independiente es discreta. Incorpore en la gráfica las barras de error estándar y etiquete el número del día de inicio de germinación para cada tratamiento.

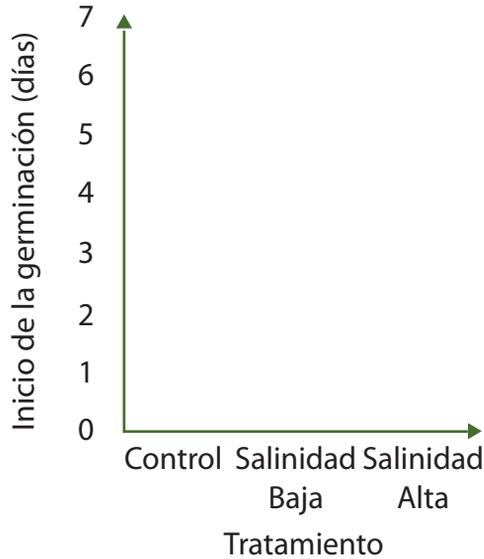


Figura III.3: Gráfica para representar el inicio de germinación de las semillas

Gráfico de porcentaje germinación: En el eje x debe ubicar los tratamientos (control, salinidad baja, salinidad alta) y en el eje y el porcentaje de germinación tal como se muestra en la Figura III.4. Realice la gráfica para el control y los dos tratamientos, usando barras para representar el valor promedio. Incorpore en la gráfica las barras de error estándar y etiquete el porcentaje de germinación para cada tratamiento.

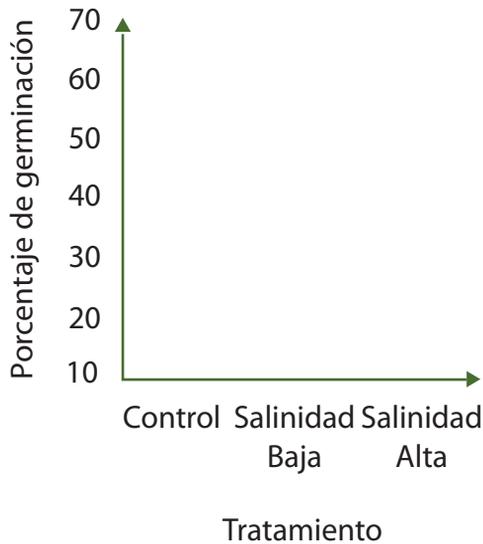


Figura III.4: Gráfica para representar el porcentaje de germinación

- 5. Discusión:** Discute brevemente sus resultados comparándolos con estudios similares.
- 6. Conclusiones:** Concluya con base en los resultados obtenidos.
- 7. Referencias bibliográficas:** prepare la lista de referencias bibliográficas citadas en el texto del informe.

Unidad I: Ambiente físico y adaptaciones de la biota

Práctica 4. Adaptaciones de los organismos a las condiciones ambientales

Introducción

Las adaptaciones de los organismos a las condiciones ambientales pueden ser características físicas, conductuales y fisiológicas que les permiten sobrevivir, crecer y reproducirse en su entorno. Estas adaptaciones pueden surgir a través de un proceso gradual de selección natural, la cual se define como la supervivencia y reproducción diferencial de los individuos que da como resultado la eliminación de los rasgos o características que no son buenos para una población. En un mundo con diversos hábitats y condiciones ambientales, los organismos exhiben diferentes adaptaciones acordes a las demandas específicas de sus hábitats.

Existen varios factores ambientales que influyen en la evolución de las adaptaciones, tales como la temperatura, la humedad, la disponibilidad de alimentos, la presión atmosférica y la competencia con otras especies. Por ejemplo, las suculentas como los cactus en respuesta a la limitación del agua en el desierto tienen un tercer tipo de ruta fotosintética denominada CAM (por sus siglas en inglés Crassulacean Acid Metabolism; en castellano Metabolismo ácido de crasuláceas), donde abren sus estomas para tomar CO_2 durante la noche, cuando la humedad es elevada. Durante el día, las plantas CAM cierran sus estomas, convierten el malato en CO_2 , y siguen la ruta fotosintética C_3 .

Otro ejemplo de adaptación que se da en algunos organismos marinos que habitan en aguas profundas es la bioluminiscencia (la producción de luz mediante reacciones químicas), que les sirve para lograr comunicarse, hallar alimento o camuflarse. La dependencia de los organismos marinos hacia la bioluminiscencia

es tan relevante que un 76% de los animales marinos poseen este rasgo. El ejemplo más común son los peces rape, en los que las hembras tienen un cebo de carne brillante que atrae a las presas para que se acerquen y capturarlas más fácilmente.

En la práctica 4 los estudiantes estudiarán las adaptaciones biológicas de la flora y fauna frente a condiciones ambientales extremas, así como los conceptos ecológicos de nicho y hábitat mediante el estudio de casos y la revisión de literatura científica.

Conceptos básicos

Las **condiciones ambientales extremas** son aquellas en las que factores abióticos como la temperatura, la humedad, la presión atmosférica o la radiación alcanzan niveles muy altos o muy bajos para un área específica. Estas condiciones pueden tener un impacto significativo en los seres vivos y en el ambiente en general. Por ejemplo, temperaturas extremadamente altas pueden provocar sequías, incendios forestales y estrés térmico en los organismos, mientras que temperaturas extremadamente bajas pueden causar congelación y pérdida de calor corporal en los animales, así como daños en las plantas por congelación. Otras condiciones extremas incluyen la alta radiación solar en áreas desérticas, la presión atmosférica elevada en grandes altitudes y la falta de oxígeno en ambientes subacuáticos profundos. Estas condiciones pueden requerir adaptaciones específicas de los organismos para sobrevivir, crecer y reproducirse.

Otro concepto que estudiaremos en esta práctica relacionada a la adaptación es el **nicho ecológico** de una especie. En ecología, uno de los objetivos principales es determinar los procesos que establecen los patrones de distribución y abundancia de los organismos, con el fin de intentar comprender las relaciones entre

ellos y su entorno. Entre las definiciones más aceptadas y utilizadas de nicho ecológico tenemos la propuesta por Hutchinson, la cual define al nicho como el conjunto de condiciones que le permiten a una especie persistir (i.e. sobrevivir, crecer y reproducirse en un sitio particular). El concepto de nicho resume, en líneas generales, todos los factores ambientales que influyen en la supervivencia, crecimiento y reproducción de una especie.

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Realice un glosario que involucre los siguientes términos:

- a. Eficiencia
- b. Fotosíntesis
- c. Respiración
- d. Potencial hídrico
- e. Homeotermos
- f. Heterotermos
- g. Estrés ambiental

Actividad 2. Condiciones ambientales extremas

Realice una revisión bibliográfica sobre las condiciones ambientales extremas que pueden encontrarse en el Ecuador. Seleccione tres condiciones ambientales extremas y menciona seis especies que habitan en cada una de estas condiciones (tres de plantas y tres de animales). Luego, describe en la Tabla IV.1,

para cada una de las especies, cuáles son las adaptaciones que les permiten habitar en estas condiciones extremas.

Tabla IV.1: Flora y fauna adaptadas a diferentes condiciones ambientales extremas

Condición ambiental extrema 1:		
Flora		
No.	Especie	Adaptación
1		
2		
3		
Fauna		
No.	Especie	Adaptación
1		
2		
3		
Condición ambiental extrema 2:		
Flora		
No.	Especie	Adaptación
1		
2		
3		
Fauna		
No.	Especie	Adaptación
1		
2		
3		
Condición ambiental extrema 3:		
Flora		
No.	Especie	Adaptación
1		
2		
3		
Fauna		
No.	Especie	Adaptación
1		
2		
3		

Actividad 3. Nicho ecológico vs. hábitat

Describe las diferencias que existen entre los conceptos de nicho ecológico y hábitat.

Actividad 4. Nicho ecológico

Compare los conceptos de nicho propuestos por Grinnell, Elton y Hutchinson. Utilice gráficas o una tabla para su comparación.

Actividad 5. Ejercicio práctico

a. Lee el siguiente caso de estudio y revise la tabla IV.2.



Caso de estudio: Se estudió el posible nicho utilizado por la especie A. Se utilizó la variable (temperatura promedio) que más limita la sobrevivencia de la especie A. La proporción de sobrevivientes de la especie A fue medida en un gradiente de temperatura en presencia y ausencia de la especie B (Tabla IV.2).



Tabla IV.2: Supervivencia a la temperatura de la especie A en presencia y ausencia de la especie B.

Temperatura promedio (°C)	Supervivencia especie A en ausencia de la especie B	Supervivencia especie A en presencia de la especie B
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0.1	0.1
4	0.1	0.1
5	0.1	0.1
6	0.1	0.1
7	0.2	0.2
8	0.2	0.2
9	0.2	0.2
10	0.2	0.2
11	0.2	0.2
12	0.2	0.2
13	0.3	0.3
14	0.3	0.3
15	0.5	0.5
16	0.5	0.5
17	0.5	0.5
18	0.6	0.6
19	0.6	0.6
20	0.6	0.6
21	1	1
22	1	1
23	1	1
24	1	0.5
25	1	0.5
26	1	0.5
27	1	0.5
28	0.7	0.35
29	0.7	0.35
30	0.6	0.3
31	0.5	0.25
32	0.5	0.25
33	0.5	0.25
34	0.4	0.2
35	0.4	0.2
36	0.4	0.2
37	0.3	0.15
38	0.2	0.1
39	0.1	0.05
40	0	0

- a. Grafique la respuesta de la supervivencia a la Temperatura de la especie A en presencia y ausencia de la especie B. Compare el nicho estimado e infiere sobre las diferencias obtenidas entre las gráficas. Para su respuesta utilice la definición de nicho fundamental y nicho realizado. Gráficas a realizar:
- Curva de la supervivencia a la temperatura de la especie A en ausencia de la especie B.
 - Curva de la supervivencia a la temperatura de la especie A en presencia de la especie B.
 - Solapamiento de la curva de la temperatura de la especie A en ausencia de la especie B y la curva de supervivencia a la temperatura de la especie A en presencia de la especie B.

Actividad 6. Pensamiento crítico

- a. ¿Cómo podría estimar el nicho climático de una especie si cuenta con registros geográficos de la especie en estudio y de variables climáticas asociadas a estos registros (p.ej. temperatura promedio, precipitación anual, etc.)? Justifique su respuesta.

Actividad 7. Lectura

1. Lee el siguiente artículo científico y realice un resumen de 150 palabras:

McInerny, G. J., & Etienne, R. S. (2012). Ditch the niche—is the niche a useful concept in ecology or species distribution modelling? *Journal of Biogeography*, 39(12), 2096-2102.

Unidad II: Ciclo de vida, poblaciones e interacciones entre especies

Práctica 5. Historia y ciclos de vida

Introducción

La historia de vida de un organismo abarca los eventos y patrones que caracterizan su existencia desde el nacimiento hasta la muerte. Estos incluyen la esperanza de vida, la tasa de crecimiento, la edad de la primera reproducción, el número y tamaño de descendientes, y la presencia o ausencia de cuidado parental. Cada especie posee una historia de vida única, influenciada por una interacción de factores genéticos, ambientales y evolutivos.

La ecología de las historias de vida se centra en cómo los organismos asignan sus recursos limitados a lo largo de su vida para maximizar su éxito reproductivo. Las estrategias de vida pueden variar ampliamente entre especies. La evolución de las historias de vida también implica conflictos evolutivos, como el equilibrio entre la reproducción y la supervivencia. Por ejemplo, invertir más recursos en la reproducción puede reducir la longevidad de un organismo, mientras que invertir en la supervivencia puede limitar el número de descendientes producidos.

El objetivo de la práctica 5 es que los estudiantes comprendan conceptos fundamentales de la ecología y la evolución de las historias de vida. A través de la elaboración de un glosario, de la identificación y análisis de organismos modulares y unitarios, de la discusión sobre conflictos evolutivos y de la representación gráfica de diversos ciclos de vida, los estudiantes integrarán conocimientos teóricos con aplicaciones prácticas, mejorando su capacidad para evaluar e interpretar la dinámica poblacional y las estrategias de vida de diferentes organismos.

Conceptos básicos

Las **historias de vida** de las especies responden a incrementar la supervivencia y eficiencia reproductiva de las especies. La eficiencia se define como la capacidad de un organismo para producir descendientes que, a su vez, pueden reproducirse. En este contexto, los organismos que dejan más descendientes son considerados los más eficientes.

El **esfuerzo reproductivo** se refiere a la cantidad de tiempo y energía que los progenitores invierten en la reproducción. Este esfuerzo puede ser inmediato o repartido a lo largo del tiempo. La semelparidad implica una inversión masiva de energía en un solo evento reproductivo, mientras que los organismos con iteroparidad producen menos crías por vez y pueden repetir la reproducción en varios eventos a lo largo de la vida.

El número y tamaño de la descendencia también varía entre las especies. Los organismos que producen un gran número de descendientes suelen invertir menos en cuidado parental. En contraste, aquellos que producen menos descendencia invierten más recursos en cada uno, lo que aumenta la eficiencia de la descendencia a expensas de la eficiencia de los progenitores. Existe una relación entre el tamaño de los organismos y su fecundidad. En plantas y animales ectotermos, los individuos de mayor tamaño suelen tener una mayor capacidad reproductiva. Además, la disponibilidad de alimentos afecta la producción de descendientes, ya que en épocas de escasez los progenitores pueden no ser capaces de alimentar a todas sus crías, lo que puede llevar a la muerte de los más débiles.

La **forma de reproducción** también es parte esencial de la historia de vida. Los organismos pueden reproducirse sexual y/o asexualmente. La **reproducción sexual** puede adoptar distintas formas. Algunas plantas tienen ejemplares masculinos y femeninos separados, conocidas como **dioicas**, mientras que

otras son **monoicas**, es decir, cada individuo posee tanto órganos sexuales masculinos como femeninos. Además, algunas especies pueden cambiar de sexo durante su vida. La **reproducción asexual** o clonación da como resultado un nuevo individuo que es genéticamente idéntico a su progenitor y, por lo tanto, éstos se adaptan fácilmente al ambiente local. En comparación a la reproducción sexual hay una baja variación genética entre los descendientes que se reproducen asexualmente. La pérdida de la recombinación genética entre individuos en una población significa que ante cambios ambientales la población responderá más uniformemente.

Los **ciclos de vida** describen las etapas por las que pasa un organismo desde su concepción hasta su muerte, incluyendo la reproducción y la transición entre distintas formas morfológicas o fisiológicas. Estos ciclos pueden ser simples o complejos, y varían enormemente entre diferentes grupos taxonómicos. Por ejemplo, algunos organismos como las mariposas experimentan metamorfosis completa, pasando por estados larvarios, pupales y adultos, mientras que otros como los humanos tienen ciclos de vida más lineales y directos.

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Realice un glosario que involucre los siguientes términos:

- a. Tasas vitales
- b. Estrategia evolutivamente estable
- c. Ciclo de vida
- d. Grafo del ciclo de vida

Actividad 2. Organismos modulares vs. organismos unitarios

Identifique un ejemplo de organismos vivientes modulares y otro ejemplo de unitarios y señale cómo estimaría su abundancia poblacional. Utilice ecuaciones si lo cree necesario.

- a. Ejemplo de organismo viviente modular
- b. Ejemplo de organismo viviente unitario

Actividad 3. Conflicto en la evolución de las historias de vida

Discute el conflicto en la evolución de las historias de vida:

- a. Conflicto entre el número de progenie vs. tamaño de progenie
- b. Conflicto entre el número de progenie vs. frecuencia de reproducción

Actividad 4. Ciclos de vida

Represente gráficamente en la Figura V.1, los siguientes ciclos de vida:

Anual – semélpara	Bianual - semélpara
Longeva - iterópara estacional	Longeva - semélpara

Figura V.1: Espacio para insertar la representación gráfica de los diferentes ciclos de vida

Unidad II: Ciclo de vida, poblaciones e interacciones entre especies

Práctica 6. Tablas de vida y curvas de supervivencia

Introducción

En ecología, las tablas de vida y las curvas de supervivencia nos permiten inferir cómo las poblaciones cambian demográficamente a lo largo del tiempo, ya sea aumentando o disminuyendo. Estos cambios están fuertemente influenciados por parámetros poblacionales como la abundancia, migración, tasa de reproducción y tasa de supervivencia, así como factores ambientales, como la disponibilidad de recursos y la presión de depredadores. El análisis de las tablas de vida examina el crecimiento poblacional en condiciones donde la dinámica poblacional depende exclusivamente de los procesos demográficos relacionados con el nacimiento y la muerte, es decir, en poblaciones sin inmigración ni emigración o aquellas donde las tasas de inmigración y emigración son iguales. A partir de esta se generan las curvas de supervivencia y mortalidad, útiles para comparar las tendencias demográficas en una población e identificar la edad en la que una población disminuye.

Las tablas de vida son comúnmente implementadas en programas de conservación de especies, como los programas de conservación de las tortugas marinas. Las tortugas marinas han enfrentado numerosas amenazas debido a la caza, la pesca incidental, la depredación de nidos y la pérdida de hábitat. Estas amenazas han llevado al declive significativo en sus poblaciones, generando preocupación sobre la posible extinción de algunas de ellas. Para entender mejor la dinámica de las poblaciones de las tortugas marinas, expertos en la biología de estas especies analizaron las tablas de vida para identificar las tasas de mortalidad y fecundidad en diferentes etapas de su ciclo de vida, desde huevos hasta su etapa de adultos reproductores. Este análisis

reveló que las primeras etapas del ciclo de vida, especialmente la etapa de neonatos (recién nacidos) era la más crítica, con una alta tasa de mortalidad debido a la depredación y otros factores. Por esta razón, la mejor medida de conservación son los programas de monitoreo y protección de nidos en las playas.

La práctica 6 tiene como objetivo que los estudiantes comprendan conceptos clave en el estudio de la dinámica poblacional mediante la elaboración de un glosario técnico, el análisis de tablas de vida y el cálculo de parámetros demográficos. A través de un caso de estudio los estudiantes identificarán la edad de madurez reproductiva, la longevidad, y el significado de los valores R_0 , T_c y r . Asimismo, interpretarán gráficamente la curva de supervivencia, fortaleciendo su capacidad para evaluar la estructura y el crecimiento de poblaciones en un contexto ecológico.

Conceptos básicos

Las **tablas de vida** son representaciones gráficas o tabulares que muestran la distribución de las edades, tasas de mortalidad y supervivencia dentro de una población durante un período específico de tiempo.

La construcción de una tabla de vida se realiza con una **cohorte**, un grupo de individuos nacidos en el mismo período de tiempo y que se observan a lo largo del tiempo para estudiar sus patrones de vida y muerte. Las tablas de vida se construyen dividiendo la población en cohortes de edad y registrando el número de individuos vivos en cada grupo de edad a lo largo del tiempo. A partir de esta información, se puede calcular una variedad de medidas importantes como la esperanza de vida, la tasa de mortalidad y la tasa de supervivencia.

Por otro lado, las **curvas de supervivencia** son representaciones gráficas de la supervivencia relativa de una cohorte de individuos a lo largo del tiempo. Se representan con la l_x de la tabla de vida versus el tiempo o la clase de edad. Estas curvas se dividen en tres tipos generales que reflejan distintas estrategias de supervivencia y reproducción dentro de una población. Los organismos con curvas **tipo I o convexas** muestran una alta supervivencia en las etapas tempranas de la vida y tienden a vivir hasta el final de su esperanza de vida fisiológica; la tasa de supervivencia es elevada durante su vida seguida de una fuerte mortalidad al final. En la **tipo II o lineal**, la tasa de supervivencia no varía con la edad. La curva **tipo III o cóncava** muestra una alta mortalidad en las etapas tempranas de la vida y una mayor supervivencia en edades más avanzadas.

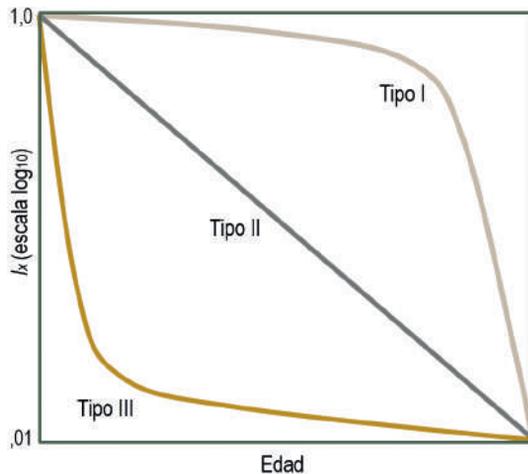


Figura VI.1: Tipos básicos de curvas de supervivencia

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Realice una búsqueda para los siguientes términos:

- a. Natalidad
- b. Supervivencia
- c. Tabla de vida dinámica
- d. Tabla de vida estática
- e. Cohorte
- f. Tiempo generacional
- g. Tasa de mortalidad

Actividad 2. Ejercicio práctico

- a. Lee el siguiente caso de estudio y revise la Tabla VI.6.

Caso de estudio: Para una población de una planta con flores hermafroditas, se siguió una cohorte desde la germinación hasta la muerte de los individuos de la población (Tabla VI.6).

Tabla VI.6: Tabla de vida hipotética para la población de una planta con flores hermafroditas

Edad en años (x)	a(x)	l(x)	d(x)	q(x)	F(x)	m(x)	l(x).m(x)	X.l(x).m(x)
0	500	1	0,2	0,2	0	0	0	0
1	400	0,8	0,72	0,9	1000	2,5	2	2
2	40	0,08	0,08	1	120	3	0,24	0,48
3	0	0			0	0	0	0
							2,24	2,48

Aplicando las siguientes fórmulas se obtuvo los siguientes valores para:

$$R_0 = \sum l_x m_x \text{ ó } R_0 = F_x / a_0 \quad R_0 = 2,24$$

$$T_c = \sum x l_x m_x / R_0 \quad T_c = 2,48$$

$$r \approx \ln R_0 / T_c \quad r = 0,325$$

A partir de la Tabla VI.6, responda:

- ¿Cuál es la edad de madurez reproductiva en esta población?
- ¿Cuál es la longevidad en esta población?
- ¿Qué significa el valor " R_0 " en esta población?
- ¿Qué significa el valor " T_c " en esta población?
- ¿Qué significa el valor " r " en esta población?
- Con base en la Figura VI.2, menciona el tipo de curva de supervivencia y explique su significado:

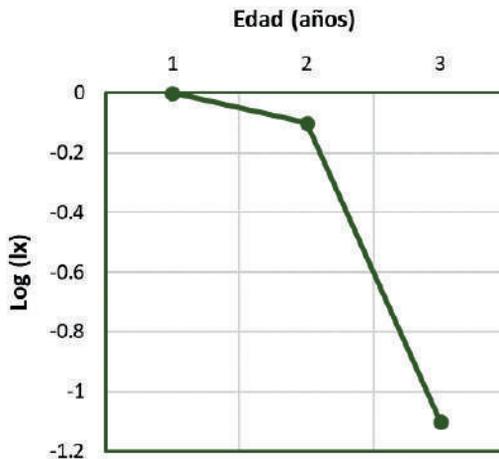


Figura VI.2: Curva Log(l_x) vs. Edad

Unidad II: Ciclo de vida, poblaciones e interacciones entre especies

Práctica 7. Crecimiento poblacional

Introducción

En una población donde no hay migración, la tasa de cambio en el tamaño poblacional a lo largo del tiempo es el resultado de la diferencia entre las tasas de mortalidad y natalidad. Cuando la tasa de natalidad supera a la de mortalidad, la población crece, mientras que si la mortalidad excede a la natalidad, la población decrece y, cuando ambas tasas son iguales el tamaño de la población permanece constante. Cuando los recursos son abundantes y no hay limitaciones significativas, la población crece a una tasa constante (crecimiento exponencial). Sin embargo, este modelo no es sostenible a largo plazo en la mayoría de los ecosistemas, ya que no considera la capacidad de carga del entorno, que es el número máximo de individuos que el medio puede soportar indefinidamente.

El modelo de crecimiento poblacional logístico introduce la capacidad de carga y es más representativo de las poblaciones en la naturaleza. En este modelo, cuando la población es pequeña, crece de manera similar al crecimiento exponencial. Sin embargo, a medida que la población se acerca a la capacidad de carga del entorno, los recursos se vuelven limitados, y la tasa de crecimiento disminuye, llegando eventualmente a un equilibrio. Este patrón de crecimiento se representa con una curva sigmoidea o en forma de S, que muestra un rápido crecimiento inicial seguido por una desaceleración y finalmente una estabilización.

La práctica 7 tiene como objetivo que los estudiantes puedan analizar y comprender los distintos modelos de crecimiento poblacional y sus implicaciones ecológicas, aplicando conceptos teóricos y prácticos a través de estudios de caso y ejercicios gráficos

para evaluar y predecir dinámicas poblacionales en diferentes escenarios ecológicos.

Conceptos básicos

El **crecimiento poblacional** se refiere al cambio en el número de individuos de una población durante un período específico de tiempo. Este cambio es la diferencia entre las tasas de natalidad y mortalidad por individuo, que se representa como r , y se denomina la **tasa de crecimiento instantáneo per cápita**.

La **curva de crecimiento poblacional** es una representación gráfica que muestra cómo cambia el tamaño de una población a lo largo del tiempo. Esta curva puede tomar diversas formas, dependiendo de varios factores, como la tasa de natalidad, la tasa de mortalidad, la tasa de migración y la capacidad de carga del medio ambiente. Una de las curvas de crecimiento poblacional más comunes es la curva en forma de "S" o **crecimiento logístico**, la cual describe un crecimiento inicial rápido (fase de crecimiento exponencial), y luego ocurre una desaceleración en el crecimiento a medida que la población se acerca a la capacidad máxima de su entorno (capacidad de carga). Eventualmente, la tasa de crecimiento se estabiliza y la población alcanza un equilibrio con su entorno. Otra curva de crecimiento poblacional puede ser de **crecimiento lineal**, como en el caso de poblaciones que experimentan un crecimiento constante sin límites evidentes. Por otro lado, también existen curvas de **crecimiento exponencial**, en donde el crecimiento de una población aumenta a una tasa constante por unidad de tiempo. La forma de la curva depende de la dinámica específica de la población y los factores ambientales que la afectan.

En el modelo de crecimiento poblacional logístico, la **fase denso-dependiente** se refiere a una etapa en la cual la tasa de

crecimiento de una población está influenciada principalmente por la densidad de individuos en la población. La tasa de crecimiento puede disminuir o incluso volverse negativa debido a la competencia intraespecífica. Por otro lado, la **fase denso-independiente** se refiere a una etapa en la cual la tasa de crecimiento de una población no está influenciada de manera significativa por la densidad de individuos en la población. La tasa de crecimiento de la población puede estar más influenciada por factores externos. Durante esta fase, la población puede experimentar un rápido crecimiento exponencial, ya que los recursos necesarios para el crecimiento y la reproducción están fácilmente disponibles y no hay una competencia significativa entre los individuos. Sin embargo, a medida que la población crece y se acerca a la **capacidad de carga del entorno "K"** (el máximo número de individuos que un ambiente puede soportar de manera sostenible sin que los recursos se agoten o se degraden), es probable que entre en la fase denso-dependiente, donde la competencia por recursos se vuelve más importante en la regulación del crecimiento poblacional.

En la dinámica poblacional denso-dependiente existen tres subfases: subcompensación, sobrecompensación y compensación. En la subcompensación, la población sigue creciendo, aunque a un ritmo reducido, ya que la densidad no reduce significativamente la tasa de crecimiento. En la sobrecompensación, el aumento de densidad provoca una alta mortalidad o baja natalidad, reduciendo drásticamente la población, pudiendo causar fluctuaciones o colapsos. En la fase de compensación, la densidad regula el crecimiento, equilibrando tasas de natalidad y mortalidad para mantener una población estable. Estas subfases muestran cómo las poblaciones responden a la densidad, desde el crecimiento hasta la estabilidad o fluctuación.

Actividades

Actividad 1. Ejercicio práctico

a. Lee el siguiente caso de estudio y observe la Figura VII.1.

Caso de estudio: En la Figura VII.1 se observa la representación de la variación de la abundancia a lo largo del tiempo para una población de una planta invasora: *Kalanchoe sp.*

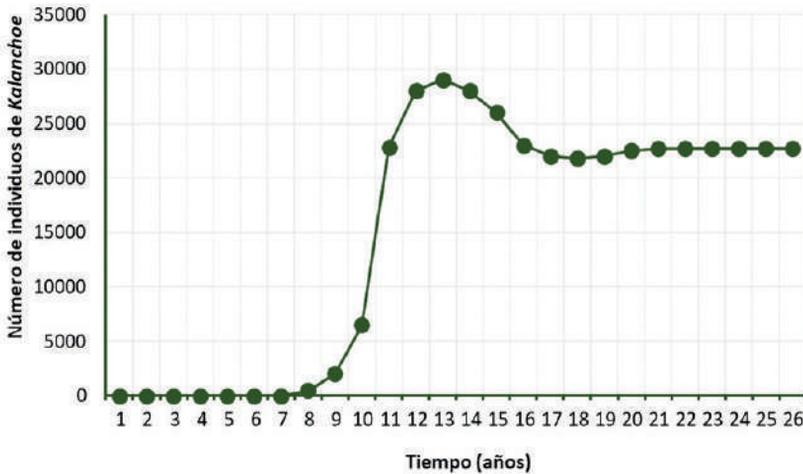


Figura VII.1: Cambios en el tamaño de una población de *Kalanchoe sp.* a lo largo del tiempo.

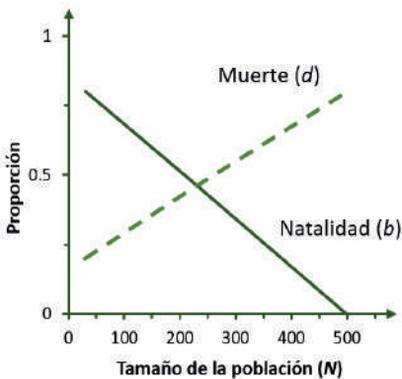
Acorde a la Figura VII.1:

- Señale el tipo de crecimiento poblacional.
- Indique y defina las fases de la curva de crecimiento poblacional: fase denso-independiente y denso-dependiente.
- En la fase denso-dependiente señale (si es el caso) la etapa de subcompensación, compensación y sobrecompensación.

- d. ¿Cuál es el valor aproximado de la capacidad de carga? Explique el significado de esta capacidad de carga.
- e. ¿Cuál es el valor máximo de abundancia alcanzada? Señale y explique qué está pasando en este punto.

Actividad 2. Poblaciones con crecimiento denso-dependiente

Visualice la Figura VII.2 y conteste los siguientes enunciados.



- a. Valor de K.
- b. Señala la proporción de nacimientos y de muertes en condiciones denso-dependientes.

Figura VII.2: Gráfica de una población denso-dependiente

Actividad 3. Comparación entre gráficas

Visualice la Figura VII.3 y conteste los siguientes enunciados

- a. Describe y compare las Figuras VII.3a y b, explique las diferencias.
- b. Señale cuando corresponda la K.

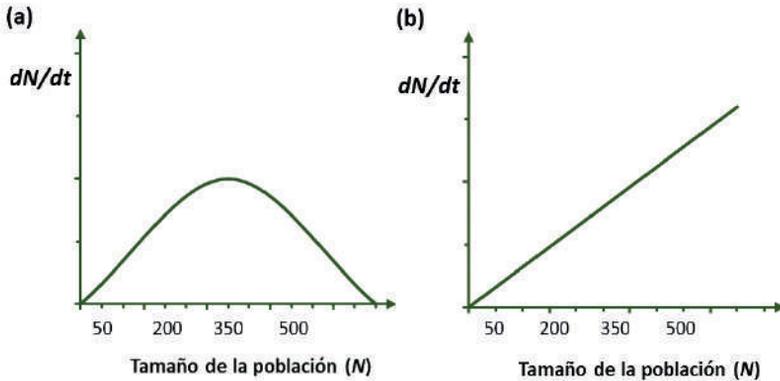


Figura VII.3: Representación gráfica de dN/dt vs. N .

Ahora, visualice la Figura VII.4 y conteste:

- Describe y compare las Figuras VII.4a y VII.4b, y explique las diferencias.
- Señale cuando corresponda la K .

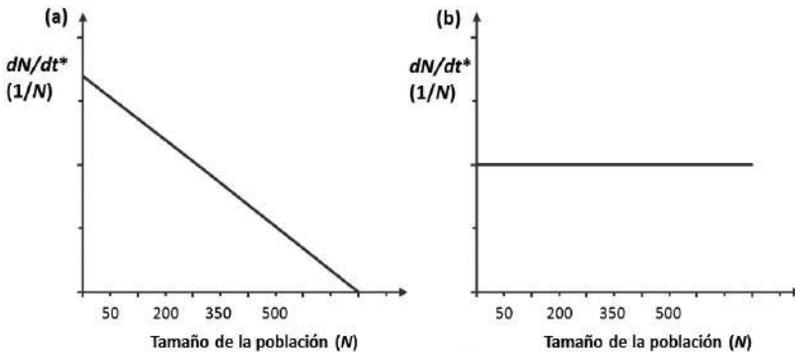


Figura VII.4: Representación gráfica de $(dN/dt) * (1/N)$ vs. N

Actividad 4. Tasa de crecimiento poblacional

Un manejador de fauna hace máximo la tasa de crecimiento poblacional (número de individuos por año) de chiguires manteniendo la población en 500 individuos en un hatu en el alto Apure. Utilice la ecuación logística para predecir la tasa de crecimiento poblacional si la población es incrementada mediante la introducción de 600 capibaras adicionales. Asuma que r es 5,0 individuos (individuo/año) y realice la siguiente ecuación.

Ecuación logística:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right)$$

Unidad II: Ciclo de vida, poblaciones e interacciones entre especies

Práctica 8. Muestreo de poblaciones y comunidades

Introducción

Para realizar estudios de conservación y restauración es importante identificar las especies dominantes en una comunidad y estimar el tamaño de una población, la cual se define como un grupo de individuos de la misma especie que habitan en un área determinada. Para estimar la población se implementan técnicas de muestreo de poblaciones y comunidades, que varían según las características de la especie a estudiar; por ejemplo, no se podría utilizar la misma técnica para levantar una población de plantas, que son sésiles, que poblaciones de animales, que se desplazan de diferentes formas.

Para tener certeza absoluta sobre el tamaño de una población sería ideal registrar todos los individuos, pero este enfoque es difícil de aplicar. Por lo tanto, se emplean métodos como el censo, en el cual se cuenta el número total de individuos, aunque este método es factible sólo en poblaciones pequeñas y aisladas (sin migración). Otro método es el muestreo de la densidad donde se calcula el número de individuos por la unidad espacial muestreada, y a partir de este cálculo se puede estimar el tamaño total de la población al multiplicarlo por la extensión del área ocupada. Un método comúnmente utilizado en micromamíferos y reptiles es el de captura/recaptura. Mediante el uso de transectos y/o trampas se capturan individuos los cuales son marcados para evitar el recuento y liberados, lo que nos permite comparar la proporción de individuos marcados y no marcados en una nueva captura.

El objetivo de esta práctica es proporcionar a los estudiantes los conceptos necesarios para aplicar diversas técnicas de muestreo en ecología. A través de actividades prácticas, los

estudiantes aprenderán a diseñar y ejecutar muestreos aleatorios, estratificados y sistemáticos, y también analizarán los datos levantados utilizando herramientas estadísticas y gráficas, como la curva especie-área.

Conceptos básicos

Existen dos tipos de muestreos: los probabilísticos y los no probabilísticos, cada uno aplicable según las características del paisaje y la distribución de las especies en estudio. En este caso estudiaremos sobre los muestreos probabilísticos.

El **muestreo aleatorio simple** implica que cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser elegido, y por tanto apropiado en ambientes homogéneos. Para seleccionar muestras al azar, se pueden usar tablas de números aleatorios, generadores de números al azar en computadora o sorteos numerados.

El **muestreo aleatorio estratificado** es adecuado en ambientes heterogéneos, donde la probabilidad de encontrar individuos varía con la finalidad de que por azar algún grupo esté menos representado que los otros. Este método primero subdivide el hábitat en estratos homogéneos, y el muestreo incluye la toma de muestras de cada estrato (que se considera independiente respecto al resto de estratos), las cuales son seleccionadas al azar dentro de cada estrato.

El **muestreo aleatorio sistemático** distribuye las unidades de muestreo a intervalos regulares, a partir de un individuo elegido al azar y los demás vienen condicionados por él; es adecuado cuando la presencia de un elemento afecta a las propiedades de los elementos más próximos, es decir, cuando está presente un gradiente ambiental que afecta gradualmente la distribución de las especies en el espacio.

El **muestreo aleatorio por conglomerados**, a diferencia del muestreo aleatorio estratificado, tiene un procedimiento donde se agrupa según las variables a estudiar y se identifican exactamente a la población.

El **muestreo aleatorio mixto** se refiere a la combinación de dos o más tipos de muestreos. Se trata de una opción interesante puesto que generalmente no es muy recomendable que solo se emplee un método de muestreo probabilístico.

Además de identificar el tipo de muestreo adecuado en el área de estudio, es necesario establecer el esfuerzo de muestreo (área de muestreo). Para determinar qué área se debe muestrear y el número de muestras se analiza la **curva especie-área**. Esta curva representa la relación entre el área muestreada y el número acumulado de especies encontradas. A medida que aumenta el área de muestreo, el número de especies registradas también aumenta, pero a un ritmo decreciente. Esta técnica es necesaria para obtener una representación adecuada de la biodiversidad en un hábitat.

La **densidad de población** es el número de individuos por unidad de área (por kilómetro cuadrado, hectárea o metro cuadrado). La densidad de población se puede expresar de distintas formas para individuos fácilmente cuantificables, como mamíferos grandes, y se considera el número de individuos por unidad espacial. Para individuos muy pequeños, como invertebrados, o cuando no es posible identificar individuos, como plantas de desarrollo clonal, se mide la biomasa por unidad espacial. La cobertura es la variable utilizada en herbáceas y arbustos, refiriéndose a la proporción de la superficie muestreada cubierta por la vegetación. Por último, hay que tener en cuenta la **frecuencia**, que mide la probabilidad de encontrar una especie en un área determinada.

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Realice una búsqueda para los siguientes términos:

- a. Esfuerzo de muestreo
- b. Abundancia
- c. Abundancia relativa
- d. Abundancia absoluta
- e. Frecuencia relativa

Actividad 2. Muestreo aleatorio

En la Figura VIII.1 se representa la distribución de varias especies de flora en un parche de vegetación. Realice un muestreo aleatorio utilizando cuadrículas de 1 x 1 cm:

- a. Dibuje sobre el parche de vegetación una cuadrícula de 1 cm².
- b. Determine el área mínima necesaria para estimar la riqueza del parche utilizando la curva especie-área. Para ello grafique el área de muestreo (cm²) vs. el número de especies acumuladas.
- c. Utilice la tabla de números aleatorios para iniciar el muestreo aleatorio y seleccionar cada punto de muestreo.
- d. Los puntos de muestreo deben ser representados en los ejes "x" e "y". Los valores de los ejes que delimitan cada punto de muestreo son definidos por medio de la tabla de números aleatorios. Considere que el punto de muestreo resultante constituye la esquina superior izquierda de la cuadrícula.

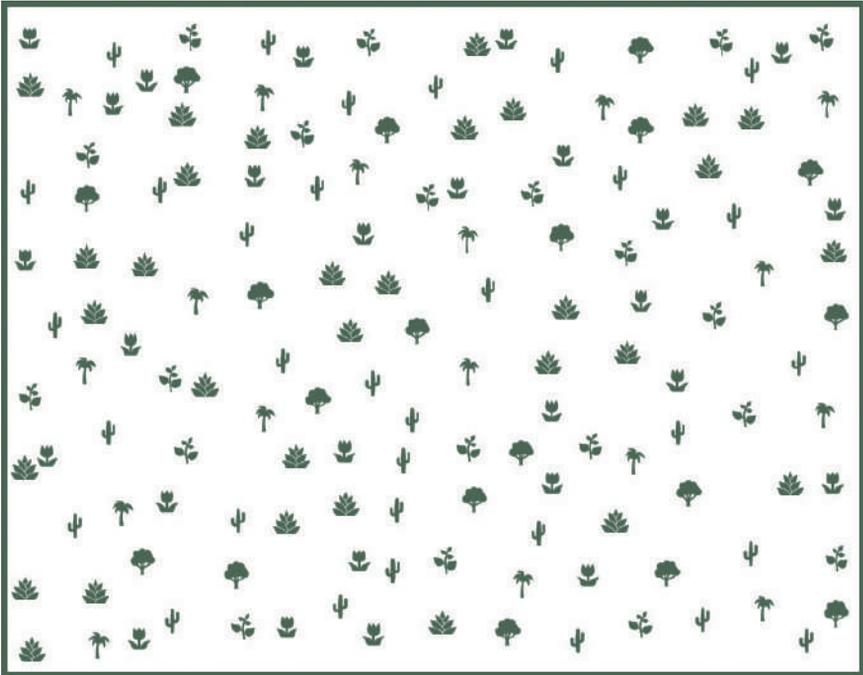


Figura VIII.1: Distribución de seis especies de flora en un mismo parche de vegetación.

Para organizar los datos levantados, utilice la Tabla VIII.1:

Tabla VIII.1: Número de especies registradas por área

ID	Área (cm ²)	Número de especies nuevas registradas	Número de especies acumuladas

Actividad 3. Muestreo estratificado

En la Figura VIII.2 se muestra la distribución de varias especies de flora en cuatro parches de vegetación con características diferentes.

- a. Mediante un sistema de coordenadas "x" - "y" determine 10 puntos al azar en cada zona y determine la especie más cercana al punto.
- b. A partir del punto a, determine las frecuencias relativas de las especies más cercanas al punto.
- c. Determine la frecuencia relativa de seis especies en cada zona y establezca cuál es la especie dominante en cada caso.
- d. Utilizando la Figura VIII.2, realice un muestreo utilizando 20 puntos para el área total, tomando en consideración que las zonas no tienen igual área (A = 36%, B = 28.6%, C = 21.4% y D = 14%). Establece la especie dominante y las frecuencias relativas de cada especie en el área total.

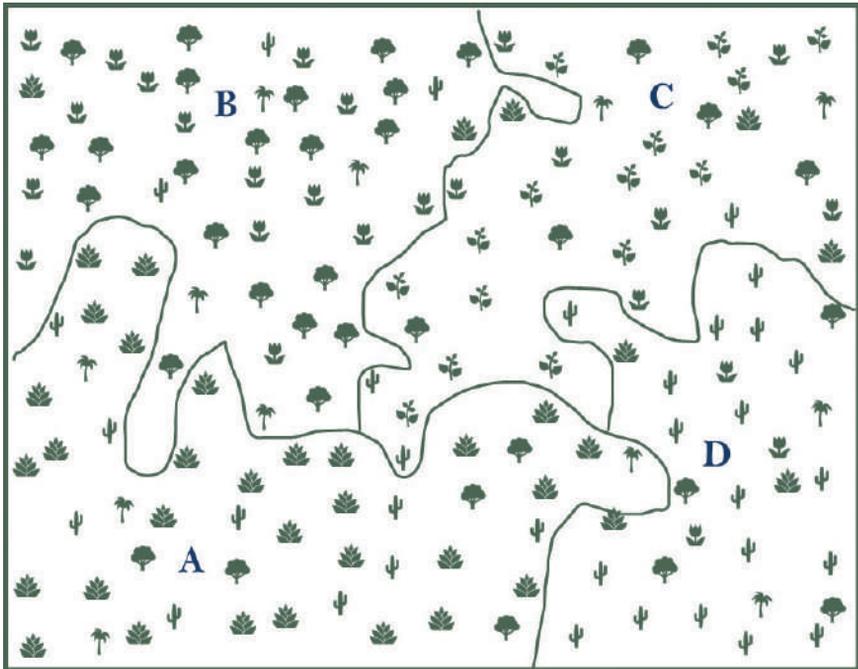


Figura VIII.2: Distribución de seis especies (símbolos) de plantas por parche de vegetación

Actividad 4. Muestreo sistemático

En la Figura VIII.3 se representa la distribución de dos especies en un área determinada.

- Define aleatoriamente un punto de partida sobre el eje "x" y realice un transecto perpendicular tomando un punto cada 1 cm.
- En cada punto realice un cuadrante y anota la especie más cercana al punto en cada cuadrante.

- c. Repite el procedimiento tres veces, promedie las frecuencias relativas en cada punto para cada especie y concluya acerca de la distribución de las dos especies en el área.
- d. Con los datos obtenidos en el ejercicio “c”, determine mediante una prueba estadística si las dos especies se distribuyen homogéneamente en el área de muestreo.

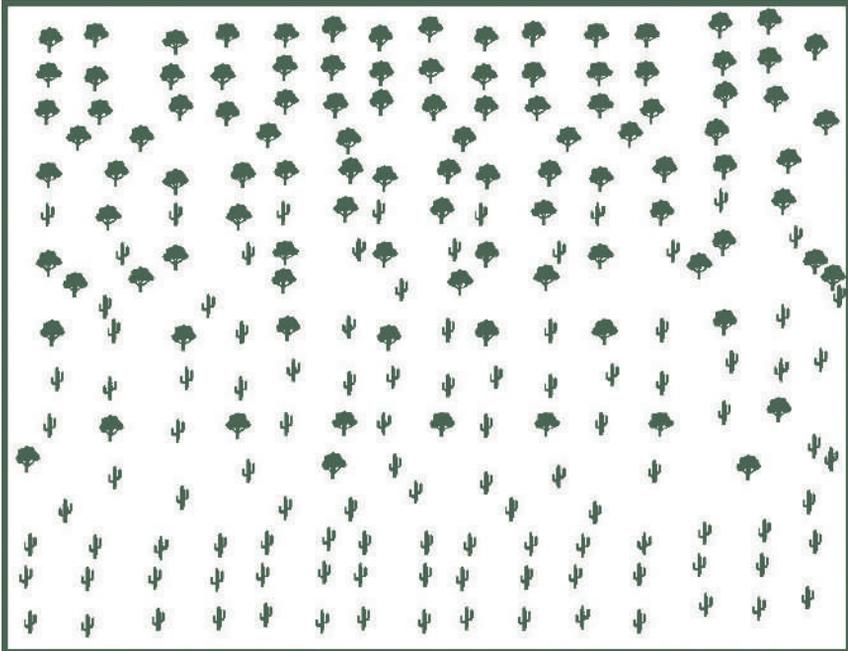


Figura VIII.3: Distribución de dos especies en un área determinada

Actividad 5. Análisis y discusión de datos

Examine la Figura VIII.4, donde se representa el número de individuos en función de las estaciones de muestreo y discute la validez de cada representación.

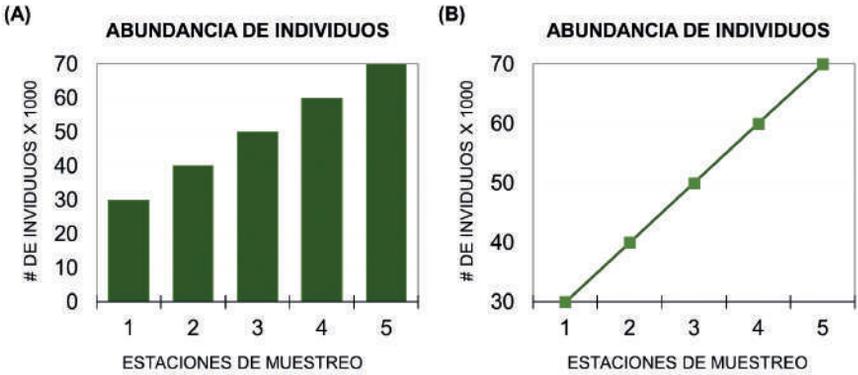


Figura VIII.4: Número de individuos en función de las estaciones de muestreo

Examine la Figura VIII.5, donde se muestra la relación de dos variables cualesquiera y discute la validez de cada representación.

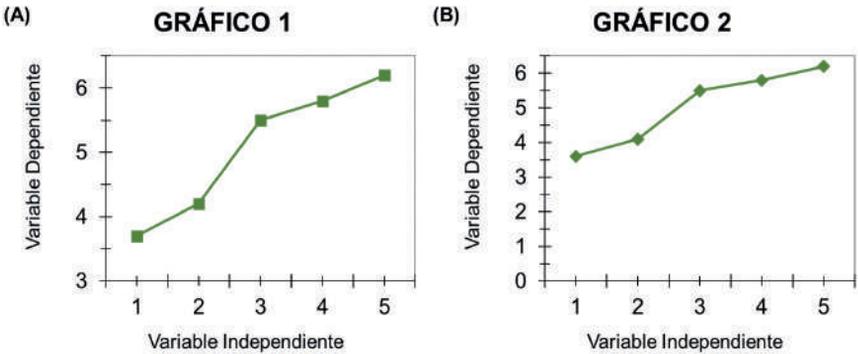


Figura VIII.5: Relación entre dos variables independientes

Actividad 6. Abundancia relativa de organismos

Indique con qué unidades estimaría la densidad (o abundancia) relativa de los siguientes organismos. Recuerde considerar el esfuerzo de muestreo, argumente:

- a. Población de murciélagos
 - i. Variable de abundancia
 - ii. Variable de esfuerzo (longitud)
 - iii. Variable de esfuerzo (tiempo)
 - iv. Unidad de abundancia relativa

- b. Población de fitoplancton
 - i. Variable de abundancia
 - ii. Variable de esfuerzo (longitud)
 - iii. Variable de esfuerzo (tiempo)
 - iv. Unidad de abundancia relativa

- c. Población de zarigüeyas
 - i. Variable de abundancia
 - ii. Variable de esfuerzo (longitud)
 - iii. Variable de esfuerzo (tiempo)
 - iv. Unidad de abundancia relativa

- d. Población de ceibos
 - i. Variable de abundancia
 - ii. Variable de esfuerzo (longitud)
 - iii. Variable de esfuerzo (tiempo)
 - iv. Unidad de abundancia relativa

Unidad II: Ciclo de vida, poblaciones e interacciones entre especies

Práctica 9. Índices de diversidad

Introducción

La biodiversidad se define como la variedad de organismos vivos que habitan una determinada región. La diversidad biológica incluye desde los organismos más pequeños hasta los mamíferos más grandes, donde cada especie desempeña un rol en el mantenimiento del equilibrio ecológico. No obstante, la medición y comprensión de esta diversidad puede ser un desafío debido a su complejidad. En este sentido, los índices de diversidad se presentan como herramientas útiles que permiten cuantificar y comparar la biodiversidad en diferentes comunidades y entornos. Entre los índices más utilizados se encuentran el índice de Shannon-Wiener, el índice de Simpson, el índice de equitatividad de Pielou y la riqueza de especies.

Los índices de diversidad son herramientas matemáticas que permiten cuantificar y comparar la biodiversidad en diferentes comunidades y entornos. Cada índice aborda aspectos específicos de la diversidad biológica, como la abundancia relativa de las especies o la uniformidad de su distribución en una comunidad. Para aplicar correctamente los índices de diversidad, es necesario conocer los objetivos del estudio y explorar qué índice sería el más adecuado.

En esta práctica los estudiantes aplicarán, mediante diferentes actividades, conocimientos básicos de los índices de diversidad utilizando conceptos adquiridos en prácticas anteriores como abundancia, abundancia relativa, equitatividad, diversidad y riqueza.

Conceptos básicos

Los **índices de diversidad** son medidas cuantitativas que se utilizan para cuantificar la diversidad biológica en una comunidad o ecosistema. Estos índices proporcionan una forma de resumir la complejidad de una comunidad en un solo valor numérico, lo que permite comparar la diversidad entre diferentes sitios, momentos en el tiempo o condiciones ambientales.

El **Índice de Shannon-Wiener (H)**, también conocido como índice de diversidad de Shannon, es el índice más utilizado en ecología y biología; tiene en cuenta tanto la abundancia como la equitatividad de las especies presentes en una comunidad. Cuanto mayor sea el valor del índice de Shannon-Wiener, mayor será la diversidad de la comunidad.

El **Índice de Simpson (D)** se considera un índice probabilístico más de dominancia que de diversidad; se enfoca en la dominancia relativa de las especies en una comunidad. El valor del índice se encuentra entre 0 y 1, en donde 0 implica homogeneidad y 1 diversidad.

El Índice de **Equitatividad de Pielou (J)** evalúa la equidad con la que están distribuidas las abundancias de las especies en una comunidad. Su valor va de 0 a 0.1, donde este último valor indica una distribución uniforme de la abundancia entre las especies. Este índice se caracteriza porque mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada.

La **Riqueza de especies (S)** cuenta el número total de especies presentes en una comunidad, biotipo o superficie. Aunque no tiene en cuenta la abundancia relativa de las especies, la riqueza de especies sigue siendo una medida importante de diversidad.

Estos son solo algunos ejemplos de índices de diversidad, cada uno tiene sus ventajas y limitaciones y la elección del índice

adecuado depende de los objetivos específicos del estudio y las características de la comunidad en cuestión.

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Realice un glosario que involucre los siguientes términos:

- a. Diversidad alfa
- b. Diversidad beta
- c. Diversidad gamma
- d. Dominancia
- e. Equidad

Actividad 2. Índice de Simpson

- a. Calcule el índice de diversidad de Simpson de la Comunidad A y B (Tabla IX.1 y 2).
- b. Compare las dos comunidades en cuanto a riqueza, equidad y diversidad.

Tabla IX.1: Abundancia e índice de diversidad de Simpson para la comunidad A

Especies	Abundancia	Abundancia relativa (π_i)	π_i^2
1	5		
2	6		
3	8		
4	5		
5	4		
6	5		

Tabla IX.2: Abundancia e índice de diversidad de Simpson para la comunidad B

Especies	Abundancia	Abundancia relativa (pi)	pi ²
1	2		
2	3		
3	100		
4	5		
5	4		
6	5		
7	2		
8	3		
8	4		
10	3		
11	2		

Actividad 3. Curva de acumulación de especies

Los datos que se proveen en la tabla IX.3, corresponden a un muestreo de árboles en la Reserva de la Biósfera del Beni en Bolivia (Hayek & Buzas, 1997).

Tabla IX.3: Número de árboles observados en la Reserva de la Biósfera del Beni en Bolivia (Hayek & Buzas, 1997)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
B	30	20	24	24	29	30	28	32	29	24	31	24	21	20	26	28	17	23	37	37	22	28	19	32	28
C	11	6	9	14	10	8	8	9	9	5	13	11	8	11	10	13	8	6	9	13	7	12	7	8	8
D	11	2	4	8	2	3	1	1	0	1	4	2	1	0	1	2	2	2	0	1	0	2	1	1	0

- Fila A: Número de parcela
- Fila B: Número de individuos observados en cada una de las unidades muestrales
- Fila C: Riqueza (número de especies de árboles)

- Fila D: Número de especies “nuevas” (especies no registradas en parcelas previas)

Usando los datos anteriores:

- a. Construye una curva de acumulación de especies (especies nuevas vs. número de muestreo).
- b. Determine cuál es el número de parcelas necesarias para representar correctamente la riqueza de especies arbóreas en Beni.

Actividad 4. Reflexión crítica

Lee detenidamente el siguiente artículo científico y realice un resumen de 150 palabras.

Colwell, R. K. (2009). Biodiversity: concepts, patterns, and measurement. *The Princeton Guide to Ecology*, 663, 257-263

Unidad II: Ciclo de vida, poblaciones e interacciones entre especies

Práctica 10. Proyectos en Ecología

Introducción

Los proyectos bióticos nos ayudan a comprender la distribución, abundancia, comportamiento y necesidades de las especies en su entorno natural. Esta información permite conocer la situación actual de las especies para desarrollar estrategias de conservación efectivas. También se obtienen datos esenciales para entender las relaciones entre las especies y su entorno, lo que contribuye al conocimiento científico sobre ecología y biología.

Antes de realizar proyectos de desarrollo, como la construcción de infraestructuras o la extracción de recursos naturales, es importante evaluar el impacto de esta intervención en el ambiente. Los estudios bióticos ayudan a predecir cómo estos proyectos pueden afectar a los ecosistemas locales y a proponer medidas para minimizar su impacto negativo, logrando un uso sostenible de los recursos naturales. Por otro lado, se pueden obtener datos a largo plazo sobre el estado de los ecosistemas y las poblaciones de especies clave. Posterior a un levantamiento biótico es importante realizar monitoreos para detectar cambios en el tiempo, evaluar tendencias de población, identificar amenazas emergentes y evaluar la efectividad de las medidas de conservación.

En esta práctica los estudiantes desarrollarán sus habilidades para planificar un proyecto, y a través de actividades en campo aprenderán a diseñar y ejecutar muestreos. Destrezas que en un futuro les permitirá establecer programas de conservación con una base científica.

Actividades

Actividad 1. Ejecución del proyecto

Seleccione una especie de fauna que mantenga una población dentro del campus de la Universidad (o alguna otra localidad de fácil acceso). Observe a los individuos y planifique un pequeño proyecto que permita entender la distribución espacial, la abundancia, o su interacción con otras especies dentro del campus.

Pauta para desarrollar su proyecto

Observación

Identifique una especie de fauna dentro del campus (ej., aves, reptiles, insectos). Observe su comportamiento, distribución y posibles interacciones con otras especies o el entorno. Puede realizarse las siguientes preguntas: ¿Dónde se encuentran los individuos? ¿Qué patrones espaciales presentan (grupos o solitarios)? ¿Interactúan con otras especies o recursos específicos? ¿De qué se alimenta?

Planteamiento del problema

Formule una pregunta clara sobre la especie seleccionada. Por ejemplo, ¿Cómo se distribuyen espacialmente los canario coronado en el campus? ¿Qué factores influyen en la abundancia de hormigas en diferentes áreas del campus? ¿Con qué frecuencia las abejas interactúan con los cuerpos de agua disponibles en el campus?

Hipótesis

Plantee una posible respuesta o explicación basada en tus observaciones preliminares. Por ejemplo, la distribución de los canarios está influenciada por la disponibilidad de refugio, las

hormigas son más abundantes en áreas cercanas a árboles que en zonas de césped, las abejas prefieren los estanques rodeados por más flores moradas que las de color blanco en el campus.

Diseño del experimento

Planifique cómo recolectara datos para probar su hipótesis. Defina el área de estudio, el método, las variables y la duración del estudio.

- a. Variables:** Pueden ser independientes (factores que influirán como el tipo de hábitat, hora del día) o dependiente (distribución, abundancia, interacciones).
- b. Métodos:** Pueden ser transectos (camina líneas específicas para registrar la presencia de la especie), cuadrantes (áreas pequeñas para contar individuos o interacciones), observación directa (recopilar notas sobre comportamiento o interacciones en intervalos de tiempo definidos) o trampeo (utilizar trampas para la captura de individuos).
- c. Duración:** Considere un tiempo adecuado para tener suficientes observaciones en distintos momentos o días que le permitan obtener resultados significativos.

Recolección de datos

Inicie su salida a campo con sus materiales (libreta de campo, binoculares, GPS, cronómetro, etc.). Sea organizado en su registro de datos, considera anotar datos como la cantidad de individuos, ubicación exacta, comportamientos relevantes e interacciones. Recuerde anotar las condiciones ambientales como hora, temperatura, clima, entre otras que considere relevante para su estudio.

Análisis de datos

Organice sus datos en tablas o gráficos para identificar patrones. Use herramientas como Excel, RStudio o un software estadístico básico para analizar distribución, abundancia o interacciones.

Presentación del proyecto

Resume tu trabajo en un informe o presentación estructurada que incluya el siguiente contenido:

- 1. Introducción:** Contexto, pregunta e hipótesis. Elabore una pequeña introducción de menos de 300 palabras. Recuerde que cada idea debe ser citada y, posteriormente, referenciada.
- 2. Objetivos:** Redacte el objetivo general y los objetivos específicos.
- 3. Metodología:** Considere los siguientes subtemas para elaborar su metodología: área de estudio, especie de estudio, tipo de muestreo utilizado, esfuerzo de muestreo y análisis de datos.
- 4. Resultados:** Incorpore los resultados de la población de su especie, tablas, gráficos y análisis.
- 5. Discusión:** Discute brevemente los resultados principales, limitaciones y posibles estudios futuros.
- 6. Conclusiones:** Compare los resultados con su hipótesis inicial. ¿Su hipótesis fue confirmada o rechazada? ¿Qué factores pueden haber influido en los resultados? ¿Qué nuevas preguntas surgieron?
- 7. Referencias:** Escribe las referencias bibliográficas (mínimo 10 artículos científicos) utilizadas en la introducción y discusión. Recuerde usar las normas APA 7^{ma} edición.

ECOLOGÍA APLICADA II

The image features a vertical title 'ECOLOGÍA APLICADA II' in a bold, grey, sans-serif font. The text is centered within a light green, wavy, organic shape that resembles a stylized leaf or a drop. This shape is set against a background of various other organic forms in shades of light green, grey, and dark green. The overall aesthetic is clean, modern, and nature-inspired.

Unidad I: Distribución y tamaño poblacional

Práctica 11. Estimación de los tipos de distribución poblacional

Introducción

Estudiar la distribución poblacional de una especie nos permite conocer cómo los individuos de esta se disponen en el espacio y en el tiempo, así como su comportamiento, interacciones y entorno. Dentro de un rango geográfico, los individuos de una especie no se distribuyen equitativamente, sino que buscan las áreas donde pueden satisfacer sus requerimientos. Estos responden a una combinación de factores bióticos y abióticos, como la disponibilidad de recursos, las condiciones ambientales y las interacciones con otras especies (por ejemplo, la competencia y la depredación).

Estas variaciones en la distribución poblacional pueden observarse a diferentes escalas desde el microhábitat hasta la escala global, desde las vastas extensiones de los bosques tropicales hasta los desiertos aparentemente desolados. Al estudiar cómo cada especie ocupa un espacio en un entorno podemos determinar los factores que influyen en la abundancia como el clima, la topografía, la competencia por recursos y la disponibilidad de alimentos. Este sustento científico permite desarrollar estrategias efectivas de conservación y gestión de ecosistemas.

En esta práctica los estudiantes explorarán los diferentes tipos de distribución poblacional. Mediante actividades prácticas, aprenderán a estimar el tamaño de dos poblaciones simuladas a través de pruebas estadísticas, ya que determinar el tipo de distribución poblacional es esencial para comprender la ecología de las especies, evaluar patrones ecológicos, guiar la conservación de la biodiversidad, y manejar especies invasoras y plagas.

Conceptos básicos

Existen diversos tipos de distribución poblacional que pueden influir en la dinámica de la población, las interacciones entre especies y la estructura del ecosistema en su conjunto.

La **distribución uniforme** es la menos común en la naturaleza. Los individuos de una especie están espaciados de manera relativamente uniforme en el área disponible. Este patrón suele ocurrir cuando hay competencia por recursos limitados y una interacción negativa entre individuos, lo que lleva a una distribución equidistante para maximizar el acceso a los recursos.

En una **distribución aleatoria o al azar** el ambiente es homogéneo, y los individuos se distribuyen al azar en el área disponible, sin un patrón discernible. Esto puede ocurrir cuando los recursos son abundantes y uniformemente distribuidos, o cuando los procesos de dispersión de semillas o la movilidad de los organismos resultan en una distribución aparentemente aleatoria.

Por último, tenemos la **distribución agregada, agrupada o clumped**. En este tipo de distribución, la más común en la naturaleza junto con la distribución aleatoria, los individuos se agrupan en parches o agregados dentro del área disponible. Esto puede ser el resultado de la formación de hábitats favorables, la agrupación alrededor de recursos específicos (como fuentes de alimento o refugio), o la estructura social de la especie que favorece la formación de grupos sociales.

Actividades

Actividad 1. Muestreo de Población (Población A)

Observe la Figura XI.1 y muestree cada una de las cuadrículas de 1 cm². Obtén 25 coordenadas aleatorias y escríbalas en la Tabla XI.1. A partir del resultado obtenido en la Tabla XI.1:

- a. Calcule \bar{X} y S^2 del número de individuos que caen en cada cuadrícula para cada población.
- b. Estime el tipo de distribución para cada población por medio de la razón varianza/media.
- c. Realice un gráfico de frecuencia del número de individuos por muestra y estime el tipo de distribución para cada población.

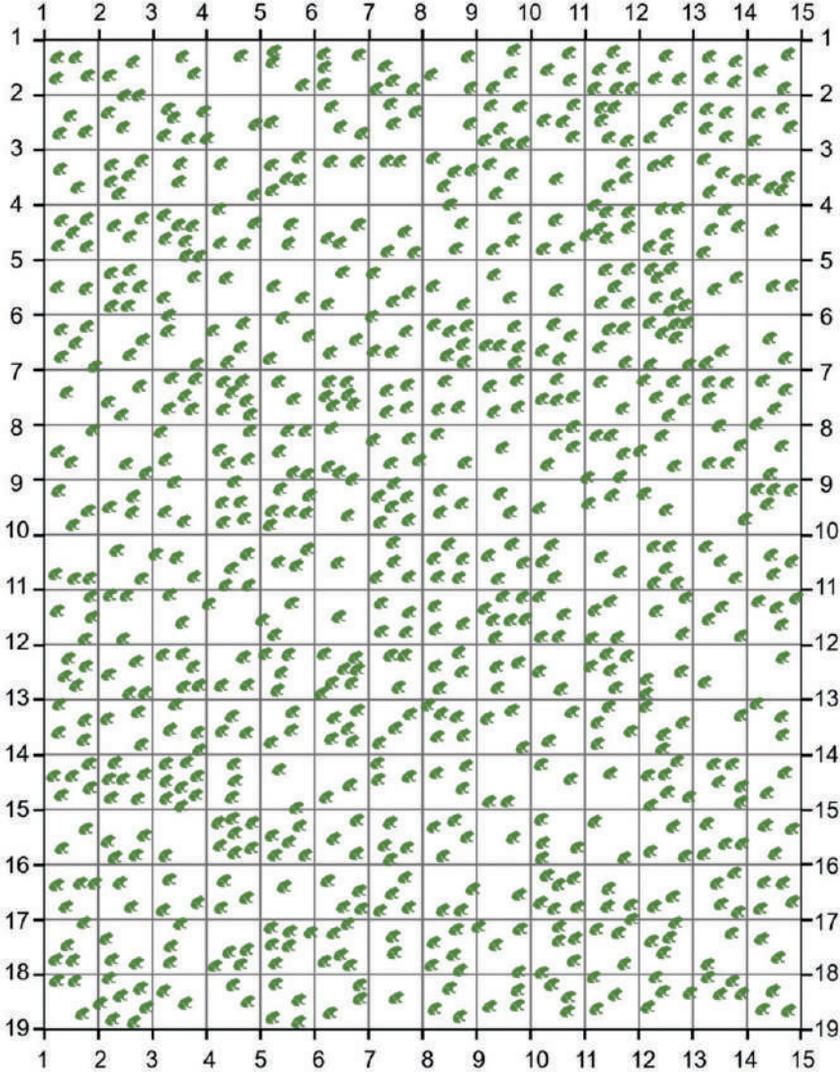


Figura XI.1: Población A

Tabla XI.1: Número de individuos por cuadrícula muestreada

ID de cuadrícula	x	y	Número de individuos
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Actividad 2. Muestreo de Población (Población B)

Observe la Figura XI.2 y muestree cada una de las cuadrículas de 1 cm^2 . Obtén 25 coordenadas aleatorias y escríbalas en la tabla XI.3. A partir de los datos levantados en la Tabla XI.2:

- a. Calcule X y S^2 del número de individuos que caen en cada cuadrícula para cada población.
- b. Estime el tipo de distribución para cada población por medio de la razón varianza/media.
- c. Realice un gráfico de frecuencia del número de individuos por muestra y estime el tipo de distribución para cada población.

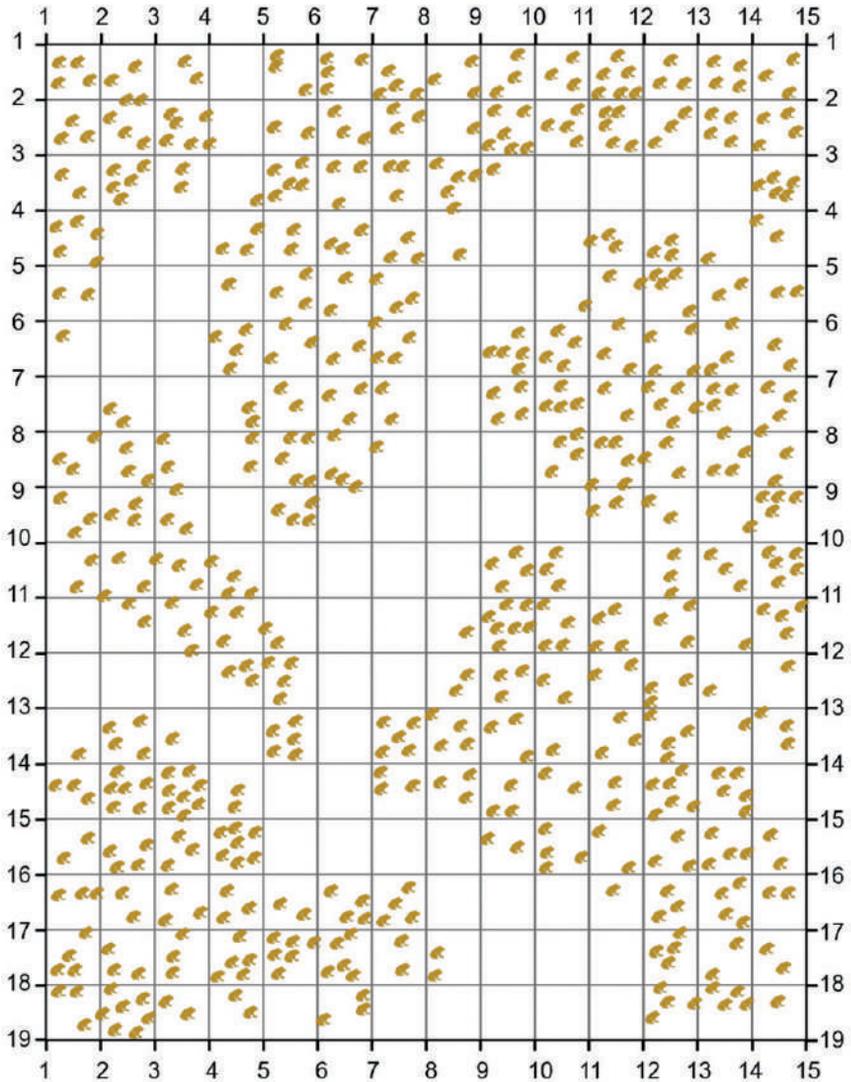


Figura XI.2: Población B

Tabla XI.2: Número de individuos por cuadrícula muestreada

ID de cuadrícula	x	y	# de individuos
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

Actividad 3. Tipo de distribución

- a. Escribe en la Tabla XI.3 tres causas que determinan que la distribución de una población sea aleatoria, uniforme o agregada. Después, añade un ejemplo para cada tipo de distribución.

Tabla XI.3: Causas del tipo de distribución

Tipo de distribución	Causas	Ejemplo
Uniforme (igualmente espaciados en el ambiente)	a. b. c.	
Aleatoria (al azar, sin un patrón predecible)	a. b. c.	
Agregada (agrupación en parches)	a. b. c.	

- a. Discute el efecto que tendría el tamaño de la unidad de muestreo en la realización de la práctica.
- b. ¿Cree necesario tomar en cuenta los hábitos etológicos de los organismos para considerar el tipo de muestreo? Justifique su respuesta.

Unidad II: Ecología de Comunidades

Práctica 12. Comunidades

Introducción

La ecología de comunidades es una rama que se centra en el estudio de interacciones entre especies en un hábitat determinado. A diferencia de la ecología de poblaciones, que se enfoca en los individuos de una especie, la ecología de comunidades estudia cómo múltiples especies coexisten, compiten, depredan y cooperan dentro de un ecosistema.

Cada comunidad biológica está formada por una red compleja de relaciones entre organismos. Comprender la ecología de comunidades permite abordar desafíos ambientales como la conservación de la biodiversidad, la gestión de ecosistemas y el impacto de los cambios ambientales globales en las interacciones biológicas a nivel local y mundial.

Esta práctica busca que los estudiantes conozcan cómo funcionan los ecosistemas, cómo las especies dependen unas de otras, y cómo los cambios en la comunidad pueden afectar la estabilidad y la resiliencia de los ecosistemas. Estos conocimientos proporcionan a los estudiantes habilidades aplicables en una variedad de campos profesionales relacionados con el ambiente y la sostenibilidad.

Conceptos básicos

Una **comunidad** se refiere a un grupo de poblaciones de diferentes especies que coexisten en un área y tiempo determinado y que interactúan entre sí.

Los **descriptores comunitarios** son características o atributos que describen una comunidad biológica o ecológica. Estos descriptores son variables que se pueden medir o cuantificar para entender la estructura, composición y función de una comunidad de organismos en un ecosistema determinado. Algunos ejemplos de descriptores comunitarios incluyen la **riqueza de especie**, que es el número de especies en una comunidad. Como el número de especies que podemos observar depende del área de muestreo, este descriptor es sensible al tipo de muestreo.

La **abundancia** es la cantidad de individuos de cada especie presente en una comunidad. Se puede medir contando el número de individuos o utilizando métodos de muestreo.

La **diversidad de especies** en cambio, es el número de especies ponderado por la abundancia relativa de las especies en la comunidad.

Dentro de una comunidad ecológica existen competencias que regulan las interacciones entre las especies y afectan la estructura y dinámica de la comunidad. Las especies pueden llegar a competir por recursos como agua, alimento, espacio y reproducción, entre otros. Cuando existe competencia entre individuos de la misma especie se llama **competencia intraespecífica**; mientras que, si la competencia se da entre individuos de diferentes especies, se la conoce como **competencia interespecífica**.

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Realice un glosario que involucre los siguientes términos:

- a. Población
- b. Comunidad
- c. Riqueza de especies
- a. Diversidad de especies
- b. Competencia intraespecífica
- c. Competencia interespecífica

Actividad 2. Concepto de comunidades

Investigue y describe las diferencias entre los conceptos de comunidades establecidos por Clements y por Gleason.

Actividad 3. Riqueza y abundancia

Observe la Figura XII.1 y determine la riqueza y abundancia para cada comunidad. Considere cada forma de la Comunidad A y cada color de la Comunidad B como especies diferentes.

Comunidad A	Comunidad B
Riqueza:	Riqueza:
Abundancia:	Abundancia:

Figura XII.1: Riqueza y abundancia de las comunidades A y B

Unidad II: Ecología de Comunidades

Práctica 13. Competencia intraespecífica

Introducción

La **competencia intraespecífica** ocurre cuando los recursos no son suficientes para satisfacer a todos los individuos de la misma especie dentro de un hábitat compartido. Cuando los recursos son limitados, una población puede presentar dos reacciones: competencia de pelea o de torneo. La competencia de pelea se produce cuando el crecimiento y la reproducción disminuyen de forma pareja en los individuos de una población a medida que se intensifica la competencia. La competencia de torneo ocurre cuando los individuos reclaman los recursos y se niegan a compartirlos con otros. Debido al estrés que ocasionan los recursos limitados, una especie presentará un solo tipo de competencia, pero es posible que se presenten ambos tipos de competencia en diferentes períodos de su ciclo vital. La competencia entre individuos de una misma especie es importante ya que regula las poblaciones y mantiene la estructura de una comunidad.

En esta práctica, se explorarán los fundamentos de la competencia intraespecífica conociendo el impacto que tiene en la distribución, el comportamiento y la supervivencia de los organismos. Por ende, el objetivo de la práctica es entender la complejidad de las comunidades biológicas, base que les permitirá en un futuro desarrollar estrategias de conservación y manejo de ecosistemas.

Actividades

Actividad 1. Fase de laboratorio

Materiales

- Semillas de frijol fresco
- Cuatro macetas del mismo tamaño
- Suelo
- Vernier

Procedimiento

- a. Germine las semillas tal como lo hizo en la práctica tres (Ambiente físico y adaptaciones de la biota, unidad I).
- b. Coloque las semillas en el macetero correspondiente:
 - i. Densidad baja (DB): 4 semillas
 - ii. Densidad media (DM): 8 semillas
 - iii. Densidad alta (DA): 16 semillas
 - iv. Densidad muy alta (DMA): 32 semillas
- c. En siete (7) días, estime las siguientes variables:
 - i. Longitud del vástago
 - ii. Longitud de la raíz
 - iii. Número de hojas
- d. Utilice las Tablas XIII.1 y XIII.2 para organizar los datos, grafique y discuta los resultados.

Tabla XIII.1: Medidas obtenidas de individuos de *Phaseolus vulgaris* a distintas densidades

Tratamiento	Nº de individuos	Longitud		Nº de hojas	Biomasa	
		Vástago	Raíz		Vástago	Raíz
DB	4					
DM	8					
DA	16					
DMA	32					

Tabla XIII.2: Distribución de la biomasa de individuos de *P. vulgaris* a distintas densidades

Tratamiento	Nº de individuos	\bar{X} biomasa vástago	\bar{X} biomasa raíz	$\frac{\bar{X} \text{ biomasa vástago}}{\bar{X} \text{ biomasa raíz}}$
DB	4			
DM	8			
DA	16			
DMA	32			

Actividad 2. Elaboración del informe

Contenido

- 1. Introducción:** Elabore una introducción de máximo 300 palabras para esta actividad práctica. Recuerde que cada idea debe estar debidamente citada.
- 2. Objetivo:** Escribe los objetivos (general y específicos) de tu práctica.
- 3. Metodología:** Describe brevemente los métodos, indicando la especie de estudio, tratamiento aplicado, procedimiento, variables evaluadas y los análisis estadísticos necesarios para este proyecto.

- 4. Resultados:** Describe los resultados obtenidos en las Tablas XIII.1 y XIII.2, los gráficos elaborados y los resultados que considere relevantes de su estudio.
- 5. Discusión:** Discute brevemente los resultados, comparándolos con estudios similares.
- 6. Referencias bibliográficas:** Escribe las referencias bibliográficas utilizadas principalmente para la introducción y la discusión.

Actividad 3. Ejercicio teórico

- a. Revise los trabajos de Gause* que realizó con *Paramecium* y explique la importancia de estos estudios.
- b. Define el principio de Exclusión Competitiva y describe su importancia en la permanencia de las especies.

*Trabajos de Gause

- Gause, G. F. (1935). Experimental demonstration of Volterra's periodic oscillations in the numbers of animals. *Journal of Experimental Biology*, 12(1), 44-48.
- Gause, G. F., Smaragdova, N. P., & Witt, A. A. (1936). Further studies of interaction between predators and prey. *The Journal of Animal Ecology*, 5(1), 1-18.
- Gause, G. F., Nastukova, O. K., & Alpatov, W. W. (1934). The Influence of biologically conditioned media on the growth of a mixed population of *Paramecium caudatum* and *P. aureliax*. *Journal of Animal Ecology*, 3(2), 222-230.

Unidad II: Ecología de Comunidades

Práctica 14. Competencia interespecífica

Introducción

La competencia interespecífica ocurre cuando los recursos no son suficientes para satisfacer a las especies que comparten un ecosistema. Esta competencia se puede dar por la explotación de un recurso, es decir, las especies que compiten no interactúan de forma directa entre sí, sino que responden a la disminución de la presencia de un recurso al ser utilizado por otras especies. También se puede dar por interferencia, es decir, los individuos de una especie interactúan entre sí para evitar que otros ocupen determinado hábitat u obtengan los recursos de ese lugar.

La competencia interespecífica ayuda a entender cómo las especies se adaptan, evolucionan y coexisten en entornos naturales o intervenidos por el ser humano. Además, se puede entender la distribución de recursos, plantear estrategias de coexistencia y los efectos de las interacciones biológicas en la biodiversidad y estabilidad de los ecosistemas.

El objetivo de las actividades a realizar se centra en ejercicios prácticos relacionados con las ecuaciones de Lotka-Volterra, las cuales modelan las interacciones entre especies en un ecosistema. A través de estas actividades, los estudiantes comprenderán cómo las interacciones de competencia influyen en las dinámicas poblacionales y en la estructura de las comunidades biológicas. Además, se les proporcionarán habilidades para aplicar modelos matemáticos en la interpretación de fenómenos ecológicos.

Conceptos básicos

Las ecuaciones de Lotka-Volterra llevan el nombre de dos científicos que realizaron contribuciones significativas en el campo de la ecología y la matemática aplicada: Alfred J. Lotka y Vito Volterra. Estas ecuaciones describen las interacciones entre especies en un ecosistema, y son el resultado del trabajo independiente de estos dos científicos que sentaron las bases para comprender mejor la dinámica de poblaciones en ecología.

Las ecuaciones de Lotka-Volterra representan un modelo matemático que permite estudiar el crecimiento conjunto de poblaciones de diferentes especies (competencia interespecífica). Las ecuaciones describen cómo cambian las poblaciones de dos especies (generalmente denominadas presa y depredador) en función del tiempo, asumiendo ciertas condiciones como la ausencia de otros factores ambientales significativos y una capacidad de carga constante para las poblaciones:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(\frac{K - N}{K} \right)$$

N : Población de especie
 r : Tasa intrínseca de crecimiento de las poblaciones
 K : Capacidad de carga

Cuando $N = K$, entonces $dN/dt = 0$
Cuando $N < K$, entonces $dN/dt > 0$
Cuando $N > K$, entonces $dN/dt < 0$

Cuanto mayor es el valor de N ,
mayor es la competencia

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Realice un glosario que involucre los siguientes términos y mencione un ejemplo:

- Depredación
- Mutualismo

- c. Simbiosis
- d. Parasitismo
- e. Comensalismo
- f. Amensalismo
- g. Isoclinas

Actividad 2. Ejercicio práctico 1

Dibuje las isoclinas de competencia interespecífica siguiendo el modelo de Lotka-Volterra para las especies 1 (verde) y 2 (azul), en tres ambientes diferentes. Concluye qué ocurrirá en cada ambiente (Tablas XIV.1, 2 y 3). Asuma que los coeficientes de competencia de cada especie son iguales (alfa y beta = 0.50).

Tabla XIV.1: Isoclinas de la especie 1 (verde) y especie 2 (azul) en el ambiente 1

Especie 1 (verde)	$K_1 = 225$	$\alpha = 0.5$
Especie 2 (azul)	$K_2 = 75$	$\beta = 0.5$

Tabla XIV.2: Isoclinas de la especie 1 (verde) y especie 2 (azul) en el ambiente 2

Especie 1 (verde)	$K_1 = 150$	$\alpha = 0.5$
Especie 2 (azul)	$K_2 = 150$	$\beta = 0.5$

Tabla XIV.3: Isoclinas de la especie 1 (verde) y especie 2 (azul) en el ambiente 3

Especie 1 (verde)	$K_1 = 75$	$\alpha = 0.5$
Especie 2 (azul)	$K_2 = 225$	$\beta = 0.5$

Actividad 2. Ejercicio práctico 2

Suponga que los coeficientes de competencia no fueran los mismos. Alfa = 0.50 y beta = 0.25. Dibuje de nuevo estas isoclinas de competencia interespecífica siguiendo el modelo de Lotka-Volterra para las especies 1 (verde) y 2 (azul), en tres ambientes diferentes y mencione cómo afecta la variación en los coeficientes de competencia. Concluye qué ocurrirá en cada ambiente (Tabla XIV.4, 5 y 6).

Tabla XIV.4: Isoclinas de la especie 1 (verde) y especie 2 (azul) con coeficientes de competencia diferentes en el ambiente 1

Especie 1 (verde)	$K_1 = 225$	$\alpha = 0.5$
Especie 2 (azul)	$K_2 = 75$	$\beta = 0.25$

Tabla XIV.5: Isoclinas de la especie 1 (verde) y especie 2 (azul) con coeficientes de competencia diferentes en el ambiente 2

Especie 1 (verde)	$K_1 = 150$	$\alpha = 0.5$
Especie 2 (azul)	$K_2 = 150$	$\beta = 0.25$

Tabla XIV.6: Isoclinas de la especie 1 (verde) y especie 2 (azul) con coeficientes de competencia diferentes en el ambiente 3

Especie 1 (verde)	$K_1 = 75$	$\alpha = 0.5$
Especie 2 (azul)	$K_2 = 225$	$\beta = 0.25$

Unidad II: Ecología de Comunidades**Práctica 15. Método de captura y recaptura****Introducción**

El método de captura y recaptura es una técnica de muestreo estadístico que se utiliza para calcular el tamaño de una población y analizar diferentes aspectos de esta, como las tasas de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración. La metodología del muestreo de captura-recaptura consiste en tomar una muestra aleatoria de una población, marcar a los individuos y liberarlos de nuevo. Luego, se extrae otra muestra tras un tiempo y se cuenta cuántos de los individuos ya estaban marcados. Al repetir este proceso varias veces, se puede estimar el tamaño total de la población, así como otros parámetros importantes como la supervivencia, la tasa de crecimiento y el desplazamiento de la población estudiada. Resulta muy útil para poblaciones de gran tamaño donde no es posible realizar un censo completo de los individuos, así como para aquellas en las que existe un movimiento continuo. Por ende, el método de captura y recaptura puede ser utilizado desde estudios de poblaciones de mamíferos y aves hasta investigaciones sobre insectos, peces y otros organismos.

A lo largo de las décadas, esta técnica ha sido mejorada y adaptada para abordar diferentes desafíos, utilizando diferentes tipos de marcadores (desde etiquetas físicas hasta marcadores genéticos) y considerando factores como el desplazamiento de la especie y la tasa de pérdida de marcas.

A partir de los modelos básicos, se pueden desarrollar modelos más complejos que no solo estimen la abundancia de la población, sino que también permitan analizar cómo cambia la población a lo largo del tiempo, utilizando las estimaciones de tasas de natalidad,

mortalidad, emigración e inmigración. El fin de esta práctica es realizar actividades dinámicas que permitan implementar conocimientos en cuanto a técnicas de captura y recaptura.

Conceptos básicos

La **abundancia** representa el número total de individuos por especie en el área estudiada. La abundancia es una función que depende de dos factores: (1) la densidad de la población y (2) el área a lo largo de la cual la población está distribuida. La densidad poblacional es el número de individuos por unidad de área (por kilómetro cuadrado, hectárea o metro cuadrado).

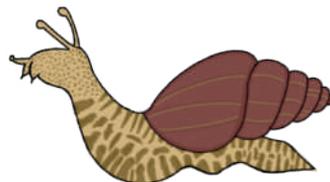
El índice de supervivencia representa el % de individuos nacidos vivos que sobreviven en distintas edades o la extinción gradual a medida que el tiempo pasa. Se parte de una cantidad conocida de individuos que por lo general es de 1000 nacidos vivos o como número de sobrevivientes por cada mil miembros de una población.

La **tasa de crecimiento poblacional** es un índice que se emplea tanto en estudios demográficos como ecológicos con el fin de conocer cómo ha sido el incremento o disminución de la población de una especie en un área determinada en un tiempo específico.

Actividades

Actividad 1. Definición y uso

- a. Técnica de Leslie-Davis
- b. Técnica de Zippin
- c. Índice de Lincoln



Actividad 2. Ejercicio práctico

En 2019, 100 individuos de una especie invasora, el caracol africano (*Lissachatina fulica*), colonizaron una isla. Considerando una tasa anual de crecimiento $\lambda = 1.071773$, calcula:

- ¿Cuál sería el tamaño poblacional para el 2022?
- ¿Cuántos años serán necesarios para que la población doble su tamaño inicial?
- Construya una tabla de vida para el caracol africano.
- Construya una matriz de transición para el caracol africano.

Actividad 3. Elaboración del informe

Diseñe un experimento que permita estimar la abundancia de *Lissachatina fulica* implementado el método de captura y recaptura de individuos en un área de estudio accesible.

Contenido

- 1. Introducción:** Elabore una pequeña introducción de menos de 300 palabras. Recuerde que cada idea debe ser citada y posteriormente, referenciada.
- 2. Metodología:** Describe el área de estudio, la especie de estudio y el método de captura implementado y, además, indique cómo se analizarán los datos levantados.
- 3. Resultados:**
 - Registre los datos de captura (C_t) y captura acumulada (K_t) en la Tabla XV.1 y grafique las dos variables.

Tabla XV.1: Número de individuos de *Lissachatina fulica* capturados

N° de muestra	Captura (Ct, Y)	Captura acumulada (Kt, X)

- b. Realice una regresión lineal, obtenga la ecuación de la recta y estime el tamaño de la población.
 - c. Compare los resultados con los dos esfuerzos de muestreos utilizados.
- 4. Discusión:** Discute brevemente los resultados principales de su trabajo.
- 5. Referencias:** Escribe las referencias que usó en introducción, metodología y discusión.

Unidad III: Ecología de Ecosistemas

Práctica 16. Ecosistemas

Introducción

Un ecosistema se define como el conjunto de organismos vivos y factores abióticos. Se considera como un ecosistema a cualquier sistema interactivo que se conforma por productores (plantas), consumidores (herbívoros y carnívoros) y los descomponedores (hongos y microorganismos) que se relacionan entre sí y con el medio abiótico (como el suelo, el agua, la luz solar y el clima). Los ecosistemas para su funcionamiento necesitan energía, la cual proviene principalmente del sol y de la materia, formando flujos de energía y ciclos de materia que pasan desde el ambiente hacia los organismos y, de estos, vuelven al ambiente. Estudiar la ecología de los ecosistemas permite conocer la complejidad de los ambientes naturales y cómo responden a los cambios ambientales y a las actividades humanas.

Ecuador cuenta con una gran diversidad de ecosistemas, abarcando desde los bosques amazónicos hasta los páramos andinos y los ecosistemas marinos y costeros. Cada uno de estos ecosistemas alberga una variedad de especies de flora y fauna no nativa, nativa y endémica (especies que no se distribuyen en ningún otro lugar del mundo). Proteger y entender estos ecosistemas es crucial para conservar esta biodiversidad. Los ecosistemas del Ecuador no solo tienen valor ecológico, sino también cultural y social. Muchas comunidades indígenas dependen de estos recursos naturales para su subsistencia y forma de vida. Además, representan una fuente de ingresos al país gracias al ecoturismo; es por ello que conocer y conservar los ecosistemas ecuatorianos permite promover un turismo sostenible que beneficie tanto a la economía local como a la preservación ambiental.

En la práctica 16 el estudiante habrá desarrollado habilidades en investigación sobre los diversos ecosistemas que tiene Ecuador adentrándose en los atributos que estos poseen.

Actividades

Actividad 1. Definiendo los ecosistemas

Describe las principales características de los siguientes ecosistemas

- a. Bosque tropicales
- b. Bosques de coníferas
- c. Sabanas
- d. Praderas
- e. Formaciones arbustivas
- f. Desiertos
- g. Tundra
- h. Humedales
- i. Estuarios y manglares
- j. Arrecifes

Actividad 2. Conociendo los ecosistemas ecuatorianos

Complete la Tabla XVI.1 para cada región del Ecuador con la información solicitada.

Tabla XVI.1: Ecosistemas en cada región del Ecuador

Región Costa	Región Sierra	Región Oriental	Región Insular
Seleccione una localidad para cada región y escríbala			
Escriba la ubicación geográfica de cada localidad			
Mencione los tipos de ecosistemas de cada localidad			
Explique brevemente las principales amenazas de los ecosistemas de cada localidad			
Mencione los tipos de clima para cada localidad			
Mencione los tipos de vegetación de cada localidad			
Mencione la topografía de cada localidad			
Mencione el tipo de suelo de cada localidad			

Región Costa	Región Sierra	Región Oriental	Región Insular
Mencione cinco (5) especies de plantas para cada localidad			
Mencione cinco (5) especies de animales para cada localidad			
Identifique la presencia de especies endémicas para cada localidad, escríbalas. Agregue más filas si fuera necesario*			
Identifique la presencia de especies amenazadas para cada localidad, escríbalas. Agregue más filas si fuera necesario*			

Unidad IV: Flujo y Energía**Práctica 17. Flujo de materia y energía****Introducción**

Todos los ecosistemas necesitan una fuente de energía para su funcionamiento. El flujo de energía en un ecosistema terrestre inicia con el aprovechamiento de la luz solar, y esta fluye a través de los distintos organismos manteniendo la vida. Además del flujo de energía existe un movimiento continuo de nutrientes que una vez utilizados por los organismos son devueltos al medio estableciendo ciclos naturales. Existen dos tipos básicos de ciclos biogeoquímicos: el gaseoso, como el ciclo del oxígeno, carbono y nitrógeno; y el sedimentario, como los ciclos del azufre y fósforo. Por ejemplo, las plantas recogen del suelo o de la atmósfera los nutrientes necesarios para su funcionamiento y los convierten en moléculas orgánicas, como glúcidos, lípidos y proteínas, los animales se alimentan de estas plantas y los devuelven al entorno otra vez, a través de la respiración, las heces o como materia orgánica cuando fallecen, completando el ciclo de los nutrientes.

Estudiar las interacciones entre los organismos y el flujo de energía y ciclos biogeoquímicos permite abordar desde una perspectiva científica desafíos ambientales, como por ejemplo el cambio climático, la degradación de los recursos naturales y la pérdida de biodiversidad. Ecuador cuenta con una gran diversidad de ecosistemas, cada uno con sus propias dinámicas y desafíos, y su estudio puede proporcionar valiosas lecciones sobre la resiliencia ecológica. Por ejemplo, los ciclos biogeoquímicos, específicamente el ciclo del carbono y el ciclo del nitrógeno, indican cómo la materia se recicla y se reutiliza en los ecosistemas, asegurando la disponibilidad de nutrientes esenciales.

La práctica 17 busca que los estudiantes comprendan que el flujo de materia y energía en un ecosistema se da a través

de interacciones complejas que sustentan la estructura y funcionamiento de las comunidades biológicas. Interacciones que son fundamentales para mantener la estructura trófica y el equilibrio ecológico.

Conceptos básicos

El **flujo de materia** se refiere al movimiento y transformación de los elementos químicos a través de los ecosistemas, desde su captura por parte de los productores hasta su liberación por los descomponedores. Esta circulación constante de nutrientes es esencial para mantener la estructura y función de los ecosistemas, influenciando aspectos como la productividad, la biodiversidad y la estabilidad de los mismos.

El **flujo de energía** representa la transferencia de energía a través de los diferentes niveles tróficos de una cadena alimentaria. La energía solar, capturada por las plantas en el proceso de fotosíntesis, se transfiere a los herbívoros que las consumen y luego a los carnívoros que se alimentan de ellos. Este flujo energético dicta la dinámica de las poblaciones, las relaciones tróficas y, en última instancia, la sustentabilidad de los ecosistemas.

Actividades

Actividad 1. Glosario de términos

Describe los siguientes términos

- a. Producción primaria bruta
- b. Producción primaria neta
- c. Respiración autótrofa

Actividad 2. Defina y conteste

- a. ¿Qué es la mineralización de nutrientes?
- b. Explique cómo mediría la mineralización de carbono (C) en el suelo. Diseñe un experimento para medir la mineralización de C en el suelo que considere: título, introducción (breve), objetivo, metodología (indicando sitio de muestreo y procedimiento) y referencias (estas pueden ser incluidas al final de informe).

Actividad 3. Ciclos de nutrientes

- a. Esquematice y explique las etapas de los siguientes ciclos
 - i. Ciclo del Fósforo (P)
 - ii. Ciclo de Carbono (C)
 - iii. Ciclo del Nitrógeno (N)

Actividad 4. Red trófica

La Figura XVII.1 muestra un dígrafo en donde se observan las relaciones depredador-presa que existen entre 15 especies de la A a la O. En este diagrama, las flechas pueden ser leídas: *“es comido por”*. Por ejemplo, observe que hay una flecha entre C y H. Debido a que la flecha va de C a H, la relación que aquí se indica es que *“la especie C es consumida por la especie H.”*

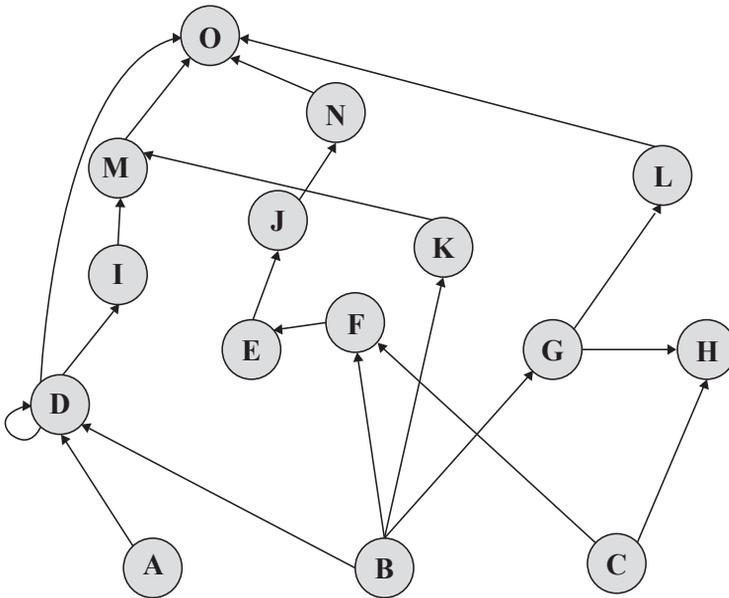


Figura XVII.1: Dígrafo depredador-presa

A partir de la Figura XVII.1 responde:

- ¿A cuál nivel trófico pertenece cada especie?
- ¿Quién es el depredador tope? ¿De cuántas especies se alimenta?
- ¿Qué tipo de relación hay entre: i) E y F, ii) L y H y iii) B y C?
- ¿Cuáles especies son estrictamente herbívoras, carnívoras y omnívoras?
- ¿Qué ocurriría con la comunidad si se remueven las siguientes especies por separado: i) J, ii) O, iii) C?
- ¿Qué ocurriría si una especie introducida se convierte en un depredador para la especie O?

Actividad 5. Actividad práctica

Identifique una comunidad de su interés y plantee un posible proyecto que le permita identificar las relaciones tróficas entre las especies y cómo dibujaría la trama trófica obtenida.

Actividad 6. Trabajo bibliográfico

Realice una revisión bibliográfica y encuentre una red trófica que esté publicada en un artículo científico. Inserte el diagrama de la trama trófica y haga una descripción detallada de la misma; para ello utilice el espacio de la Figura XVII.2.

Título del artículo:	
Trama trófica	Descripción
Referencia del artículo:	

Figura XVII.2: Espacio para insertar la trama trófica de un artículo científico de su interés.

REFERENCIAS

Práctica 1: Caracterización del espacio geográfico

- Abella, I. (2024). *Meridianos y paralelos. Latitud y longitud. Materiales ciencias sociales*. <https://materialescienciasociales.com/2014/10/10/meridianos-y-paralelos-latitud-y-longitud/>
- Begon, M., & Townsend, C. R. (2021). *Ecology: from individuals to ecosystems* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Brewer, C. (2016). *Designing better maps: A guide for users* (2nd ed.). Esri Press.
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing*. Guilford Press.
- De Smith, M. J., Goodchild, M. F., & Longley, P. (2007). *Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. Troubador Publishing.
- Dent, B. D., & Torguson, J. S. (2004). *Cartography: thematic map design* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Hutchinson, G. E. (1957). *Geography, physics, and chemistry*. John Wiley & Sons.
- Kraak, M. J., & Ormeling, F. (2020). *Cartography: visualization of geospatial data*. CRC Press.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2001). New developments in geographical information systems: principles, techniques, management and applications. En P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire & D. W. Rhind (Eds.), *Geographical information systems: principles, techniques, management and applications* (2nd ed., pp. 40-60). John Wiley & Sons.
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2005). *Fundamentals of ecology* (5th ed.). Thomson Brooks/Cole.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., & Guptill, S. C. (1995). *Elements of Cartography* (6th ed.). John Willey & Sons.
- Slocum, T. A., McMaster, R. B., Kessler, F. C., & Howard, H. H. (2022). *Thematic cartography and geovisualization*. CRC Press.
- Smith, R. L., Smith, R. L., Hickman, G. C., & Hickman, S. M. (1998). *Elements of ecology*. Pearson.

Tyner, J. A. (2014). *Principles of map design*. Guilford Press.

Valle López, G. (2011). *Finalidad del dibujo topográfico y cartográfico*. Universidad Nacional de Catamarca.

Práctica 2: Macroclima

Arias, P. A., Bellouin, N., Coppola, E., Jones, R. G., Krinner, G., Marotzke, J., Maycock, A. C., Maycock, T. K., Meucci, A., Mikaloff-Fletcher, S. E., Mintz, B., Miranda, R., Moller, L. D., Mulet, R. A., Navis, A., Nishant, R., Noh, J., Nordhaus, W., Northrop, E., Omeara, D., ... & Zickfeld, K. (2023). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Technical summary. En *Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 35-144). Cambridge University Press.

Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1953). The dry season and the xerothermic index. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 88, 193-240.

Bagnouls, F., & Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie*, 66(355), 193-220. <https://doi.org/10.3406/geo.1957.18273>

Barry, R. G., & Chorley, R. J. (2009). *Atmosphere, weather and climate*. Routledge.

Gaussen, H., & Bagnouls, F. (1952). L'indice xéothermique. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 29(222), 10-16.

Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Educación.

Trenberth, K. E., & Hurrell, J. W. (1994). Decadal atmosphere-ocean variations in the Pacific. *Climate Dynamics*, 9, 303-319.

Zúñiga López, I., & Crespo del Arco, E. (2021). *Meteorología y climatología*. UNED.

Práctica 3: Efecto de la salinidad sobre la germinación de semillas

Al-Karaki, G. N., Al-Rawahi, A. N., & Al-Bahry, S. N. (2011). Effect of salinity on growth, yield, and water use of selected halophyte plants. *Crop Science*, 51(3), 786-794. <https://doi.org/10.2135/cropsci2010.06.0386>

Bewley, J. D., & Black, M. (2013). *Seeds: physiology of development and germination*. Springer Science & Business Media.

- Cokkizgin, A. (2012). Salinity stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed germination. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(1), 177-182.
- Flowers, T. J., & Yeo, A. R. (1995). Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? *Functional Plant Biology*, 22(6), 875-884.
- Food and Agriculture Organization. (2000). *Global network on integrated soil management for sustainable use of salt-affected soils*. Iran. Rome. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/degrad.asp?country%4iraq>
- Gupta, R. K., Pathak, H., & Jain, N. (2015). Agricultural practices for mitigating salinity and waterlogging problems in irrigated agriculture. *Agricultural Water Management*, 157, 1-15.
- Kaymakanova, M. (2009). Effect of salinity on germination and seed physiology in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23(sup1), 326-329.
- Munns, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167(3), 645-663.
- Munns, R., James, R. A., & Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1025-1043.
- Rengasamy, P. (2006). World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*, 57(5), 1017-1023.

Práctica 4: Adaptaciones de los organismos a las condiciones ambientales

- Barton, N. H., Briggs, D., Eisen, J., Goldstein, D., & Patel, N. (2007). *Evolution*. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Begon, M., Towsend, C., & Harper, J. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems* (4th ed.). Blackwell Publishing.
- Carroll, S. B. (2005). *Endless forms most beautiful: The new science of evo devo and the making of the animal kingdom*. WW Norton & Company.
- Endler, J. A. (1986). *Natural selection in the wild*. Princeton University Press.
- Futuyma, D. J. (2010). Evolutionary constraint and ecological consequences. *Evolution*, 64(7), 1865-1884.

- Futuyma, D. J. (2013). The evolution of evolutionary ecology. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 59(4), 172-180.
- Hutchinson, GE. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 22, 415-427.
- Labourdette, V. (2023). *Acción del ambiente sobre los organismos y las poblaciones*. Universidad Nacional de Rosario.
- Langley, L. (2019, 8 de mayo). La mayor parte de los animales marinos producen su propia luz o albergan bacterias que lo hacen, una habilidad útil para comunicarse, encontrar presas o camuflarse, entre otras cosas. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/animales/2019/05/como-funciona-la-bioluminiscencia-en-la-naturaleza>
- Ramírez Gómez, R. S. (2021). "Expedición Océano: adaptaciones de los animales marinos". *Sitio web como aporte a la inclusión de la educación marina a estudiantes de básica secundaria* [Tesis de Pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Académico de la Universidad Pedagógica Nacional. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/16470>
- Romero Hernández, M. E., & Romero Hernández, M. E. (2015). *Características bioquímico-fisiológicas de Ferocactus histrix y F. pilosus y su relación con el potencial de agua del suelo* [Tesis de Pregrado, Colegio de Posgraduados] Repositorio Académico del Colegio de Posgraduados <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/2770>
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Educación.
- Soler, J. J. (2002). Selección natural y adaptación. En Soler, M. *Evolución: la base de la biología* (pp. 127-158). Proyecto Sur.

Práctica 5: Historia y ciclos de vida

- Fath, B. D. (2018). *Encyclopedia of ecology* (2nd ed.). Elsevier.
- Chapman, J. L., Reiss, M. J. (1999). *Ecology: principles and applications*. Cambridge University Press.
- Charlesworth, B. (1994). *Evolution in age-structured populations* (2nd ed.). Cambridge University Press.

- Eberhard, M. J. W. (1975). The evolution of social behavior by kin selection. *The Quarterly Review of Biology*, 50(1), 1-33.
- Gadgil, M., & Bossert, W. H. (1970). Life historical consequences of natural selection. *The American Naturalist*, 104(935), 1-24.
- Reznick, D., Bryant, M. J., & Bashey, F. (2002). *r*-and *K*-selection revisited: the role of population regulation in life-history evolution. *Ecology*, 83(6), 1509-1520.
- Ross, K. G., & Keller, L. (1995). Ecology and evolution of social organization: insights from fire ants and other highly eusocial insects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26(1), 631-656.
- Pérez Mendoza, H. A., & Zúñiga Vega, J. J. (2010). Las historias de vida y la teoría del continuo rápido-lento. *Ciencias*, 99, 14-22.
- Smith, J. M., & Szathmary, E. (1997). *The major transitions in evolution*. Oxford University Press.
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Educación.
- Stearns, S. C. (1998). *The evolution of life histories*. Oxford University Press.

Práctica 6: Tablas de vida y curvas de supervivencia

- Begon, M., & Townsend, C. R. (2021). *Ecology: from individuals to ecosystems* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Caswell, H. (2000). *Matrix population models* (2nd ed.). Sinauer Associates.
- Chacon, D., Dick, B., Harrison, E., Sarti, L., & Solano, M. (2008). *Manual sobre técnicas de manejo y conservación de las tortugas marinas en playas de anidación de Centroamérica*. Secretaria Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT).
- Charlesworth, B. (1994). *Evolution in age-structured populations* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Easterling, M. R., Ellner, S. P., & Dixon, P. M. (2000). Size-specific sensitivity: applying a new structured population model. *Ecology*, 81(3), 694-708.
- Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., & Donnelly, M. (2000). *Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas*. Grupo especialista en tortugas marinas UICN/CSE.

- Gotelli, N. J., & Ellison, A. M. (2004). *A primer of ecological statistics* (2nd ed.). Sinauer Associates.
- Morris, W. F., & Doak, D. F. (1998). Life history of the long-lived gynodioecious cushion plant *Silene acaulis* (Caryophyllaceae), inferred from size-based population projection matrices. *American Journal of Botany*, 85(6), 784-793.
- Morris, W. F., & Doak, D. F. (2002). *Quantitative conservation biology: theory and practice of population viability analysis*. Sinauer Associates.
- Pianka, E. R. (1970). On *r*- and *K*-selection. *The American Naturalist*, 104(940), 592-597.
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6^a ed.). Pearson Educación.
- Tuljapurkar, S. (2013). *Population dynamics in variable environments*. Springer Science & Business Media.
- Vaupel, J. W., & Yashin, A. I. (1985). Heterogeneity's ruses: some surprising effects of selection on population dynamics. *The American Statistician*, 39(3), 176-185.

Práctica 7: Crecimiento poblacional

- Huamán Suarez, B. J., Paucara López, M. A., Quispe, S., & Hialal, A. (2021). *Informe: factores bióticos - crecimiento poblacional*. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Leal Ramírez, C. *Modelos matemáticos generalizados basados en autómatas celulares y lógica difusa tipo-2 y tipo-2 para simular dinámica de poblaciones* [Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Baja California]. Repositorio Académico de la Universidad Autónoma de Baja California. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/>
- Malthus, T. R. (2018). *An essay on the principle of population: The 1803 edition*. Yale University Press.
- Martínez Hernández, Á. (2020). *Aplicación de un modelo matemático en la cuantificación de la sostenibilidad y el rendimiento en la gestión de poblaciones de fauna silvestre* [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Académico de la Universidad Politécnica de Madrid <https://oa.upm.es/63141/>

- Medina, G. N. (2001). *Un modelo para poblaciones no estables* [Tesis de Pregrado, Colegio de México]. Repositorio Académico del Colegio de México <https://hdl.handle.net/20.500.11986/COLMEX/10001408>
- Méndez, V., Assaf, M., Campos, D., & Horsthemke, W. (2015). Stochastic dynamics and logistic population growth. *Physical Review E*, 91(6), 062133.
- Merli, G. O. (1997). Modelos de crecimiento de poblaciones biológicas: Un enfoque de dinámica de sistemas. *Economía*, 22(13), 115-146.
- Morales Aymerich, J. P. (2011). La capacidad de carga: conceptos y usos. *Recursos Naturales y Ambiente*, 63, 47-53.
- Turchin, P. (2001). Does population ecology have general laws? *Oikos*, 94(1), 17-26.
- Ulloa Ibarra, J. T., & Rodríguez Carrillo, J. A. (2010). *El modelo logístico: Una alternativa para el estudio del crecimiento poblacional de organismos*. CONACYT.

Práctica 8: Muestreo de poblaciones y comunidades

- Blanxart, M. F., Olmos, J. G., Serrano, M. L. H., & Cebollero, M. P. (2000). Estimación de la prevalencia a partir de los métodos de captura-recaptura. *Psicothema*, 12(Su2), 231-235.
- Cadahia, D. (1977). Repartición espacial de las poblaciones en entomología aplicada. *Boletín de Servicios de Plagas*, 3(1), 219-233.
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Revista de Epidemiología y Medicina Preventiva*, 1(1), 3-7.
- Chitarroni, H. (2004). *Elementos básicos de muestreo aleatorio*. Repositorio Académico de la Universidad del Salvador. <https://racimo.usal.edu.ar/76/>
- Hernández-Ávila, C. E., & Escobar, N. A. C. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1), 75-79.
- Martella, M. B., Trumper, E., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca (Biología)*, 5(1): 1-31.

- Matteucci, S. D., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación* (Vol. 22). Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal* (Vol. 87). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).
- Motta Díaz, Á., Ortega Corredor, L., Niño Fernández, Y., & Aranguren Riaño, N. (2016). Grupos funcionales alimenticios de macroinvertebrados acuáticos en un arroyo tropical (Colombia). *Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 425-433.
- Pradel, R. (1996). Utilization of capture-mark-recapture for the study of recruitment and population growth rate. *Biometrics*, 52, 703-709.
- Velarde Arce, W. (2019). Evaluación de la característica estructural del rodal de (*Pinus radiata*), Centro Poblado de Putacca, Vinchos, Ayacucho, 2017 [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Académico de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4653>
- Velasco, M. L. Y. P., & Martínez, M. (2017). *Muestreo probabilístico y no probabilístico*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/muestreo-probabilistico-no-probabilistico-resumen/>
- Velázquez, A. P. (2017). *Tipos de muestreo*. Repositorio Académico del Centroegeo. <https://centroegeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1012/163>

Práctica 9: Índices de diversidad

- Colwell, R. K. (2009). Biodiversity: concepts, patterns, and measurement. *The Princeton guide to ecology*, 663, 257-263.
- Del Río, M., Montes, F., Cañellas, I., & Montero, G. (2003). Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos forestales*, 12(1), 159-176.
- Flores Miranda, S. J. (2019). Relevamiento de flora del área protegida Bosque de Bolognia para la obtención de un índice de diversidad Shannon Wiener a través de una aplicación móvil. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y Científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 17(17), 215-238.

- Hayek, C. L., & Buzas, M. A. (1997). *Surveying natural populations*. Columbia University Press.
- Jost, L., & González-Oreja, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 3-14.
- Martella, M. B., Trumper, E. V., Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología. Evaluación de la biodiversidad. *Reduca (Biología)*, 5(1), 71-115.
- McDonald, C., Smith, R., Scott, M., & Dick, J. (2010). *Using indices to measure biodiversity change through time*. En: International Workshop on spatiotemporal modelling, Santiago de Compostela, España. http://eio.usc.es/pub/METMA/descargas/McDonald_et_al_METMAV.pdf
- Melic, A. (1993). Biodiversidad y riqueza biológica: Paradojas y problemas. *Zapateri. Revista Aragonesa de Entomología*, 3, 97-103.
- Moreno CE. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (1ª ed.). M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Rushton, M. (2008). A note on the use and misuse of the racial diversity index. *Policy Studies Journal*, 36(3), 445-459.
- Salmerón López, A., Geada López, G., & Fagilde Espinoza, M. D. C. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque (Valdivia)*, 38(3), 457-466.
- Soler, P. E., Berroterán, J. L., José, G., & Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Agronomía Tropical*, 62(1-4), 25-37.
- Valdez, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674-1682.

Práctica 10: Proyectos en Ecología

- Conesa, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Ediciones Mundi-Prensa.

- Hunter, D., & Heywood, V. (2011). Capítulo 13: Monitoreo de áreas, especies y poblaciones para evaluar la efectividad de las acciones de manejo y conservación. En *Parientes silvestres de los cultivos: manual para la conservación in situ* (pp. 357-375). Autoedición.
- Kattan, G., Mejía, P. A., & Valderrama, C. (2005). *Protocolo para la formulación de planes de conservación y manejo de especies focales*. Corporación Autónoma Regional de Risaralda–Fundación EcoAndina–Wildlife Conservation Society Programa Colombia.
- WWF Chile (2021). *Guía de monitoreo de la restauración a escala de sitio*. Recuperado <https://www.wwf.cl/?369391/Guia-de-Monitoreo-de-la-Restauracion-de-Bosques-a-Escala-de-Sitio>.

Práctica 11: Estimación de los tipos de distribución poblacional

- Begon, M., & Townsend, C. R. (2021). *Ecology: from individuals to ecosystems*. John Wiley & Sons.
- Morláns, C., & María, B. (2014). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Universidad Nacional de Catamarca.
- Morris, D. W. (2003). Toward an ecological synthesis: a case for habitat selection. *Oecologia*, 136, 1-13.
- Pavón, N.P., & Rico-Gray, V. (2004). Distribución espacial de *Tilia mexicana* Schlecht. (Tiliaceae) en el paisaje del centro del estado de Veracruz, México. *Universidad y Ciencia*, 20: 29-32.
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.), Pearson Educación.

Práctica 12: Comunidades

- Audesirk, T., Audesirk, G., Byers, B. E., Escalona García, H. J., & Escalona García, R. L. (2003). *Biología: la vida en la tierra*. Pearson Educación.
- Curtis, H., Schnek, A. (1977). *Biología* (7th ed.). Médica Panamericana.
- Monge-Nájera, J., & Chaves, R. (1995). *Ecología: una introducción práctica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad* (1ª ed.). M&T–Manuales y Tesis SEA.
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Educación.

Práctica 13: Competencia intraespecífica

- Audesirk, T., Audesirk, G., Byers, B. E., Escalona García, H. J., & Escalona García, R. L. (2003). *Biología: la vida en la tierra*. Pearson Educación.
- Curtis, H., & Schneek, A. (1977). *Biología* (7ª ed.). Médica Panamericana.
- Gause, G. F. (1935). Experimental demonstration of Volterra's periodic oscillations in the numbers of animals. *Journal of Experimental Biology*, 12(1), 44-48.
- Gause, G. F., Smaragdova, N. P., & Witt, A. A. (1936). Further studies of interaction between predators and prey. *The Journal of Animal Ecology*, 5(1), 1-18.
- Gause, G. F., Nastukova, O. K., & Alpatov, W. W. (1934). The Influence of biologically conditioned media on the growth of a mixed population of *Paramecium caudatum* and *P. aureliax*. *Journal of Animal Ecology*, 3(2), 222-230.
- Monge-Nájera, J., & Chaves, R. (1995). *Ecología: una introducción práctica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Educación.

Práctica 14: Competencia interespecífica

- Audesirk, T., Audesirk, G., Byers, B. E., Escalona García, H. J., & Escalona García, R. L. (2003). *Biología: la vida en la tierra*. Pearson Educación.
- Curtis, H., & Schneek, A. (1977). *Biología* (7ª ed.). Médica Panamericana.
- Jaksic Andrade, F., & Marone, L. (2007). *Ecología de comunidades*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Monge-Nájera, J., & Chaves, R. (1995). *Ecología: una introducción práctica*. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Moreno, C. E. (2000). *Métodos para medir la biodiversidad* (1ª ed.). M&T- Manuales y Tesis SEA.
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Educación.

Práctica 15: Método de captura y recaptura

- Badii, M. H., Guillen, A., Landeros, J., Cerna, E., Ochoa, Y., & Valenzuela, J. (2012). Muestreo por métodos de captura-recaptura. *Daena*, 7(1), 97-131.

- Blanxart, M. F., Olmos, J. G., Serrano, M. L. H., & Cebollero, M. P. (2000). Estimación de la prevalencia a partir de los métodos de captura-recaptura. *Psicothema*, 12(Su2), 231-235.
- Pozo Barbero, M. (2018). *Muestreo de captura-recaptura: diseño, estimación y análisis de librerías en R* [Tesis de Pregrado, Universidad de Sevilla]. Repositorio Académico de la Universidad de Sevilla. <https://hdl.handle.net/11441/77574>

Práctica 16: Ecosistemas

- Donato-Rondón, J. C. (2015). *Fundamentos de ecología: un enfoque ecosistémico*. Universidad Nacional de Colombia.
- Escolástico León, C., & Claramunt Vallespí, T. (2013). *Ecología II: comunidades y ecosistemas*. UNED.
- Pérez-Harguindeguy, N., Enrico, L., & Díaz, S. M. (2015). ¿Qué es la diversidad biológica? (y por qué nos importa, cómo se genera y cómo se mide). En Bermúdez, G. M., & De Longhi, A. L. (Eds.), *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy. Aportes para la formación docente* (pp. 25-56). Universidad Nacional de Córdoba.
- Svarch, N. (2001). Fundamentos de la ecología. En Llop-Hernández, A., Valdés-Dapena, M., Zuazo, J. (Eds.), *Microbiología y parasitología médicas* (pp. 50-100). Ciencias Médicas (Ecimed).
- Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Educación.

Práctica 17: Flujo de materia y energía

- Aguirre-Mendoza, Z. (2018). *Biodiversidad ecuatoriana....estrategias, herramientas e instrumentos para su manejo y conservación*. (1ªed.). Universidad Nacional de Loja.
- Escolástico León, C., & Claramunt Vallespí, T. (2013). *Ecología II: comunidades y ecosistemas*. UNED.
- Pérez-Harguindeguy, N., Enrico, L., & Díaz, S. M. (2015). ¿Qué es la diversidad biológica? (y por qué nos importa, cómo se genera y cómo se mide). En Bermúdez, G. M., & De Longhi, A. L. (Eds.), *Retos para la enseñanza de la biodiversidad hoy. Aportes para la formación docente* (pp. 25-56). Universidad Nacional de Córdoba.

Pérez Mendoza, H. A., & Zúñiga Vega, J. J. (2011). Las historias de vida y la teoría del continuo rápido-lento. *Ciencias*, 99, 14-22.

Vázquez Conde, R. (2014). *Ecología*. Grupo Editorial Patria.

Smith, R. L., & Smith, T. M. (2007). *Ecología* (6ª ed.). Pearson Educación.

El libro "Actividades Prácticas de Ecología" está diseñado como una herramienta educativa para estudiantes de ecología, facilitando la transición de la teoría a la práctica abordando conceptos clave de la disciplina. Cada práctica permite a los estudiantes experimentar, observar y analizar procesos ecológicos, desde la caracterización del espacio geográfico hasta el estudio de la biodiversidad y las interacciones ecológicas.

Cada práctica destaca la importancia de la metodología científica, donde los estudiantes deben definir claramente áreas de estudio, especies de interés, tipos de muestreos utilizados y análisis estadísticos necesarios. Esto no solo les permite adquirir habilidades prácticas, sino que también fomenta un pensamiento crítico y analítico.

Las prácticas abordan temas como el crecimiento poblacional, la dinámica de comunidades y ecosistemas, y el análisis de redes tróficas, proporcionando un marco teórico que complementa las actividades prácticas. Los estudiantes también son alentados a reflexionar críticamente sobre sus resultados y compararlos con estudios previos, lo que les ayuda a contextualizar su trabajo dentro del campo más amplio de la ecología.

También enfatiza la necesidad de realizar informes y revisiones bibliográficas promoviendo un aprendizaje integral y aplicado que prepare a los estudiantes para su futuro profesional en el campo de la ecología.



 [uees_ec](#)

 [universidadespíritusanto](#)

 www.uees.edu.ec

 Km. 2,5 La Puntilla,
Samborondón

ceninv@uees.edu.ec

Teléfono: (593-4) 500 0950 Ext: 1319 - 1317