



UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE BIOLOGIA XALAPA

EE COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS

**MANUAL DE PRÁCTICAS DE
COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS**

Dr. Gerardo Castro Bobadilla

Dra. Ana Isabel Suárez Guerrero

Agosto 2011



Universidad Veracruzana

**UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE BIOLOGÍA- XALAPA
AVAL DE ACADEMIA PARA PRODUCTOS ACADÉMICOS
AREA DE FORMACIÓN DISCIPLINARIA**

En la ciudad de Xalapa, Equez siendo las once horas del día 17 de Enero del 2012, reunidos en sesión extraordinaria los miembros de la Academia por Área de conocimiento: ECOLOGÍA Y AMBIENTE.

Carrera de Biología Plan de Estudios:

MODELO EDUCATIVO INTEGRAL Y FLEXIBLE 2004.

Para evaluar y avalar el material de apoyo a la docencia mencionado a continuación:

Nombre del Material	MANUAL COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS
Número y Nombre de Autores	2 autores: Gerardo Castro Bobadilla Ana Isabel Suárez Guerrero
Experiencia Educativa	COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS
Periodo de aplicación	Agosto 2011-Agosto 2013
Nivel de Aplicación	Area de Formación Disciplinaria
Periodo de Elaboración	Agosto 2011

Sin otro asunto que tratar se da por terminada la sesión firmando al calce los que en ella intervinieron avalando los productos académicos.

Atentamente

“Lis de Veracruz Arte, Ciencia, Luz”

INDICE DE PRÁCTICAS

INTRODUCCIÓN.....	4
DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE DE COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS	7
ASOCIACIÓN ENTRE ESPECIES DE LA COMUNIDAD.....	10
I. NODRICISMO	15
II. MACROFAUNA EN <i>Tillandsia heterophylla</i>	18
III. PREFERENCIAS DE FOROFITOS POR INDIVIDUOS DE <i>Tillandsia sp.</i>	20
AREA MÍNIMA DE COMUNIDADES DE PLANTAS.....	22
SIMILITUD DE COMUNIDADES	24
BIODIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE INSECTOS	30
FLUJO DE ENERGÍA EN EL ECOSISTEMA: PRODUCTIVIDAD Y BIOMASA.....	32
GUIA PARA LA REDACCIÓN DE UN REPORTE CIENTÍFICO.....	38

INTRODUCCIÓN

El manejo sustentable de los recursos naturales que tiene como objetivo el programa educativo de Biología – MEIF, UV, depende del conocimiento profundo de las respuestas de la entidades supraorganísmicas ante propuestas de alteración. Por lo que en esta experiencia educativa se llevan a cabo actividades prácticas para comparar ambientes prístinos y alterados y discernir el efecto de las intervenciones en la naturaleza en su conjunto.

Las comunidades y ecosistemas constituyen niveles de organización de los seres vivos cuyo estudio concierne a la ecología. Las comunidades están formadas por cualquier conjunto de individuos de varias especies, que concurren en un lugar y tiempo determinados (Krebs, 2009), mientras que los ecosistemas incluyen a los seres vivos de la comunidad y a las transferencias de nutrimentos y energía que ocurren entre ellos y su ambiente abiótico (Begon *et al.* 2005). Ninguna de dichas entidades constituyen unidades discretas, es decir, sus límites no siempre son claros y comparten especies, energía y nutrimentos con otras comunidades y ecosistemas, respectivamente. Por tal motivo, en su estudio deben establecerse límites, casi siempre arbitrarios, con criterios claros de inclusión y exclusión. En el manual se incluyen prácticas que se llevan a cabo en comunidades representadas en grandes extensiones, por ejemplo, el bosque de pinos de San Juan del Monte, Las Vigas Veracruz. Algunas otras se enfocan al detalle de interacciones entre dos o más especies en sistemas sencillos, como en el caso de la macrofauna al interior de unos cuantos individuos de *Tillandsia* sp., epífita común en el bosque mesófilo de montaña y cafetales de la región (Manson *et al.*, 2008).

El ensamble de especies de una comunidad puede ser evidente, mas no siempre es recurrente, por lo que, no es fácil dilucidar hasta qué punto existe una asociación real entre ellas, o si sólo es una coincidencia en sus rangos de distribución y de tolerancia al conjunto de condiciones del ambiente (Whittaker 1975, Wilson *et al.*, 1996). Se requiere efectuar el análisis de su composición de especies, del grado de asociación entre ellas y de su disposición en tiempo y espacio con el fin de reconocer la naturaleza de la comunidad (Müeller Dombois y Ellenberg, 1974; Southwood y Henderson, 2000). Esto, en particular, a la luz de ambientes cambiantes gradualmente (gradientes): como son la ladera de una montaña, donde las variaciones en altitud están directamente relacionadas con las de la temperatura y humedad; o los humedales, donde el agua dulce de los ríos se mezcla gradualmente con el agua del mar.

En el estudio de la comunidades, los aspectos a estudiar no son preferentemente los rasgos ecofisiológicos de cada uno de los individuos de las especies involucradas (Barbour 1999). Se evalúan más bien propiedades emergentes del conjunto. Como ejemplo, tenemos la caracterización por formas de crecimiento presentes, por la estructura de la vegetación (distribución espacial: horizontal y vertical de las especies que la componen), su fenología, por la dominancia o importancia relativa de las especies en gradientes ambientales, la etapa sucesional en que se encuentran, etc. (Bazzaz 1998).

En cuanto a los ecosistemas las aproximaciones se enfocan a los aspectos funcionales como el flujo de energía y los ciclos biogeoquímicos, así como el papel de los depósitos de nutrimentos en componentes bióticos, por lo que se incluye una práctica sobre la acumulación temporal de biomasa de plantas y la tasa de captación y utilización de la energía radiante (Biomasa y productividad primaria).

Este texto está orientado a conducir el proceso de investigación ecológica en comunidades y ecosistemas naturales. Incluye los aspectos relativos a la descripción cualitativa del sitio de estudio y las interacciones y transferencias con el ambiente abiótico. Comprende varias técnicas de muestreo de la comunidad, la asociación de especies, la asociación de comunidades, etc., que permitirán a los estudiantes reconocer las desviaciones del patrón “normal” con las respuestas

mostradas ante las intervenciones humanas. Se incluye, asimismo, una guía para presentar el documento final en formato de artículo científico (Méndez *et al.* 1993).

El objetivo del manual es poner a disposición de los estudiantes de la ecología de comunidades y ecosistemas algunas herramientas metodológicas elementales que les permitan, a lo largo del curso, a describir, analizar, comparar y caracterizar cualquier comunidad y ecosistema en la búsqueda de patrones o tendencias. Sin embargo, en ecología, la imaginación y creatividad son elementos esenciales en el diseño de las investigaciones y formulación de preguntas (Velásquez-Sánchez y Pineda-Lopez, 2000), por lo que en el curso los estudiantes realizan las actividades del manual, así como otras propias que respondan a sus propios intereses en la materia.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA ELEMENTAL

- Barbour M, J Burk, W Pitts, F Gilliam and M Schwartz. 1999. Terrestrial plant ecology. 3th ed. Ed. Benjamin/Cummins. Canada. 649 pp.
- Bautista F, D González, JL Palacio y M Delgado (Eds.). 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. UNAM - UADY - CONACYT - INE. México. 303-327 pp.
- Bazzaz FA. 1998. Plants in changing environments, linking physiological, population and community ecology. Cambridge Univ. Press. UK. 320 pp.
- Begon M, CA Townsend and JL Harper. 2005. Ecology: From individuals to ecosystems. 4th Edition. Wiley-Blackwell. Hoboken, NJ, USA. 752 pp.
- Flores JS y J Álvarez-Sánchez. 2004. Flora y vegetación. En: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Bautista F, D González, JL Palacio y M Delgado (Eds.). UNAM - UADY - CONACYT - INE. México. 303-327 pp.
- Franco López J *et al.* 1991. Manual de ecología. 2ª ed. Ed. Trillas. México. 266 pp.
- Gliessman SR. 2000. Field and laboratory investigations in agroecology. Lewis publishers. USA 330 pp.
- Greig-Smith P. 1983. Quantitative plant ecology. 3th ed. Blackwell Scientific Publications. Great Britain. 359 pp.
- Hunt R. 1978. Plant growth analysis. Edward Arnold Publ. G.B. 67 pp.
- Krebs CJ. 2009. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 6th ed. Benjamin Cummins, San Francisco, Ca., USA. 655 pp.
- Ludwig JA and JF Reynolds. 1988. Statistical ecology. John Wiley & Sons. Canada. 337 pp.
- Manly BFJ. 2005. Multivariate statistical methods: a primer. 3rd ed. Chapman & Hall/CRC Press. USA. 214 pp.
- Méndez Ramírez I, DN Guerrero y C Sosa. 1993. El protocolo de investigación. Ed. Trillas. 2ª ed. México. 210 pp.
- Manson R., Hernández V., Gallina S. y K. Mehlreter (eds.). 2008. Conservación y biodiversidad en agroecosistemas cafetaleros (Veracruz, México). INE (SEMARNAT), INECOL. México. 348 pp.
- Müeller-Dombois D and H Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Willey & Sons. Nueva York. 547 pp.
- Sánchez-Velásquez LR y MR Pineda-López. 2000. Ecología cuantitativa en plantas, métodos. Universidad de Guadalajara. México DF. 142 pp.

- Southwood TRE and PA Henderson. 2000. Ecological methods. 3rd ed. Blackwell Science. GB. 575 pp. <http://www.blackwell-science.com/southwood>
- Suárez AI y TF Carmona. 1998. Manual de prácticas de ecología general. Universidad Veracruzana. Xalapa. 70 pp. (Textos Universitarios).
- Vázquez-Yanes C y A Orozco Segovia. 1998. La destrucción de la naturaleza. 2ª ed. SEP-FCE-UNAM. México. 102 pp. (La ciencia para todos). No. 83.
- Wilson, J. B., I. Ullmann, P. Bannister. 1996. Do species assemblages ever recur? *Journal of Ecology* 84(3):471-474.
- Whittaker R. 1975. *Communities and ecosystems*. Macmillan Publishing Co. USA. 386 pp.

PRÁCTICA 1

DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE DE COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS

SUSTENTO TEÓRICO

La ecología se ocupa de estudiar las relaciones recíprocas entre los seres vivos, cuyas áreas de distribución coinciden en el tiempo y espacio, y su ambiente. Sin embargo, el concepto de ambiente es demasiado amplio e impreciso, pues incluye "...todas las condiciones y factores externos vivientes y no vivientes (sustancias y energía), que influyen en un organismo u otro sistema específico durante su período de vida" (Miller, 1994). De modo que, cuando se pretende realizar un estudio sobre el ambiente de una comunidad, o de un ecosistema, no se refiere únicamente a los determinantes fisicoquímicos, sino también a los bióticos, por lo que se requiere contar con objetivos claros, seleccionar métodos y escalas adecuados y delimitar la zona de estudio y el diseño de los muestreos.

En el caso de las comunidades la influencia del ambiente abiótico es compleja, pues la variación en un factor físico, por ejemplo, la intensidad de la luz, puede favorecer al desarrollo de los individuos de una especie y entorpecer el desarrollo de otra. Por otro lado, en ecosistemas el ambiente biótico es parte de la entidad y se analiza reconociendo fuentes, depósitos y sumideros de nutrientes y energía.

Con frecuencia, las aproximaciones al estudio de las comunidades están fundamentadas principalmente en la descripción de rasgos estructurales. Los aspectos funcionales pocas veces se abordan, no obstante, el abordaje de ecosistemas los hace su enfoque principal, por lo que resultan complementarios.

OBJETIVO / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante debe uniformar la obtención de datos sobre el ambiente de una comunidad o ecosistema, a partir de un formato en que, de una forma ordenada y coherente, se describen los aspectos de mayor relevancia en la búsqueda de patrones, ejercitando la observación. El ejercitarse en la aplicación de este formato capacitará al estudiante para la detección rápida de rasgos relevantes de los ambientes y posibilitará formular explicaciones de mayor generalidad.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Se elige una localidad, o un conjunto de comunidades en un gradiente y, en cada una, se describen ordenadamente, de acuerdo al cuestionario que sigue, las características ambientales observables y las rutas posibles de la energía y nutrientes.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Se selecciona la localidad en que se pretende realizar el estudio.
2. Se imponen límites imaginarios o reales, así se podrán analizar las entradas y salidas potenciales, tanto de organismos, como de sustancias y energía, del ambiente. El ambiente analizado, puede ser tan grande o tan pequeño como se defina. Depende de los objetivos que se tengan.
3. Se contesta la siguiente guía:

GENERALIDADES SOBRE EL AMBIENTE

1. Tipo de comunidad. Presente y original (el que correspondería en ausencia de alteraciones).

2. Ubicación geográfica y política de la localidad.
3. Comunidades o formas de uso de la tierra aledañas.
4. Extensión.
5. Tenencia actual.

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL AMBIENTE

6. Clima
7. Geología
8. Topografía y orientación
9. Suelo
10. Productores primarios:
 - Diversidad
 - Altura y fisonomía, i.e. estratos, formas de crecimiento, etc.
 - Asociaciones o gradientes y su relación con el medio.
 - Patrones fenológicos de las especies dominantes.
 - Biomasa.
 - Productividad primaria.
11. Consumidores:
 - Diversidad.
 - Biomasa.
 - Productividad secundaria.
12. Descomponedores:
 - Formas biológicas dominantes.
 - Nivel de actividad.
 - Productividad secundaria.

LA COMUNIDAD Y ECOSISTEMA TOTALES (PROPIEDADES EMERGENTES)

13. Red alimenticia, flujo de energía, pirámides tróficas, dominancia, diversidad, mecanismos de control y equilibrio.
14. Etapa sucesional. Patrones.
15. Estabilidad.
16. Respuesta de la comunidad a alteraciones (fuego, tormentas, pastoreo, extracción de madera, caída de árboles, otras).
17. Regeneración.
18. Estructura aproximada de edades.

USO ANTROPOCÉNTRICO DE RECURSOS

19. Descripción del sistema de uso de la tierra actual en la zona, considerando las fuentes de energía y los desechos del mismo (tipo y monto):
 - Agricultura
 - Ganadería
 - Silvicultura
 - Recreación
 - Otros tipos de usos como explotación de minerales, petróleo, etc.
 - Deterioro ambiental; tipo y grado.

FUTURO DEL ECOSISTEMA

20. Problemas potenciales.
21. Integración de usos.
22. Prioridades: Biológicas, Sociales, Económicas.

LA COMUNIDAD Y ECOSISTEMA COMO FUENTE DE RECURSOS PARA LA SOCIEDAD

Se señalan algunas ideas de cómo podrían ocuparse los recursos de este ambiente para proveer de satisfactores a la sociedad.

Posibilidad de conservación, rasgos relevantes, acciones, etc.

OTROS ASPECTOS RELEVANTES

Se indican aquí algunos rasgos que no han sido considerados en el formato pero que pueden ser importantes.

MATERIALES

Se requiere solamente del cuestionario, tabla de escribir, papel y lápiz.

BIBLIOGRAFÍA

- Gliessman SR. 2000. Field and laboratory investigations in agroecology. Lewis publ. USA. 330 pp.
- Krebs CJ. 2009. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 6th ed. Benjamin Cummins, San Francisco, Ca., USA. 655 pp.
- Miller GT. 1994. Ecología y medio ambiente. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 876 pp.

CUESTIONARIO

1. Esta guía ha sido planeada para realizar observaciones preferentemente sobre el ambiente de las comunidades y ecosistemas. Diseña una guía de 10 puntos para efectuar observaciones sobre el ambiente de **un animal** particular y aplícala.

PRÁCTICA 2

ASOCIACIÓN ENTRE ESPECIES DE LA COMUNIDAD

SUSTENTO TEÓRICO

Una de las discusiones centrales en ecología de comunidades es la de si éstas existen, con un cierto grado de dependencia entre los individuos de las especies que la componen, o no (Lawton 1987). Existen evidencias notables de la ocurrencia conjunta de numerosas especies en una comunidad, particularmente en ambientes extensos, poco variables. En gradientes ambientales la 'cohesión' de las especies dentro de las comunidades puede no ser tan aparente, especialmente cuando se comparan muestras de la misma comunidad en distintas localidades (Bazzaz 1998). Con el fin de determinar la asociación de las especies y su constancia entre varias localidades de la misma comunidad se han propuesto numerosos índices numéricos.

Puede ocurrir que la mayoría de las especies muestreadas en varias localidades de la comunidad presenten asociaciones débiles entre ellas e, incluso, algunas no estén correlacionadas. Así, en las comunidades generalmente habrá algunas muy fuertemente vinculadas y que tiendan a ocurrir juntas y algunas que estén asociadas negativamente y tiendan a ocurrir en forma separada (Whittaker, 1975). Los parásitos e insectos que se alimentan de cierta planta se encontrarán asociados con ella. Las asociaciones positivas pueden indicar que las especies están asociadas, o bien, que responden en forma similar a las condiciones cambiantes del ambiente.

El índice de asociación entre las especies de varios cuadrantes muestreados está diseñado para proporcionar un valor único para cada par de especies. Los valores mayores de asociación representarán pares de especies muy relacionadas, o que siempre aparecen juntas, y valores menores significan un grado menor de vinculación (Velásquez-Sánchez y Pineda-López, 2000). Los índices normalmente estiman la asociación de cada par de especies registrando dos aspectos de la comunidad:

- El reconocimiento de cada especie y su distinción mediante una clave o su nombre específico.
- El número de individuos por especie, o abundancia.

COEFICIENTE DE ASOCIACIÓN DE COLE

$$Ca = \frac{a d - b c}{(a+b)(b+d)}$$

Donde:

- a = número de cuadros con las especies A y B presentes
- b = Cantidad de cuadros con la especie A presente y la B ausente
- c = Cantidad de cuadros con la especie A ausente y la B presente
- d = Cantidad de cuadros con ambas especies ausentes

Regla de asociación:

- Ca = 1 Especies asociadas; la presencia de una especie implica la de la otra
 Especies que responden en forma similar a variaciones en el ambiente
- Ca = 0 Especies no asociadas; la presencia de una especie es independiente de la de la otra
 Especies que responden independientemente a variaciones en el ambiente
- Ca = -1 Especies asociadas negativamente; la presencia de una especie implica la ausencia de la otra

Especies que responden en forma contraria a variaciones en el ambiente, o que se repelen mutuamente

OBJETIVOS / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante podrá comparar la asociación entre especies herbáceas del bosque mesófilo de montaña en sitios que han recibido distinto manejo en el Parque Natura de Xalapa, Ver. y reconocerá si hay correspondencia de la ocurrencia conjunta de algunas especies con rasgos del ambiente de cada sitio.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Se obtienen datos de la composición de especies y la abundancia por especie. Se estiman los índices de asociación de Cole para cada par de especies entre cada par de cuadros. Se comparan ajustándolos a una escala de -1 a 1. Se buscan explicaciones considerando las características del ambiente en que se realizaron los muestreos.

TECNICAS, PROCEDIMIENTO Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Se seleccionan los sitios en que se establecerán los muestreos en el estrato herbáceo de la vegetación del Parque Natura, Xalapa, Veracruz. En esta área protegida el bosque mesófilo ha sido modificado en diferentes modalidades (cafetal a la sombra, huizachal, bosque, pastizal, etc.). Se hará un descripción del ambiente de los ambientes en que se aplicarán los muestreos (Práctica 1).
2. Se acuerda entre los equipos el tipo de muestreo que se aplicará, aleatorización, etc.
3. Cada equipo de trabajo estará integrado por tres estudiantes. Cada equipo registrará los datos de 15 muestras y las compartirá con las del resto de los equipos para que, por equipo, sean analizadas y se entregue el reporte global correspondiente. Se pretende contar con datos de al menos 100 muestras.
4. Cada muestra consistirá del registro de las especies presentes y la abundancia de cada una en un cuadrante de 25 x 25 cm. En cada punto de muestreo se determina qué especies están presentes y en qué cantidad. Existen diferentes criterios para estudiar la cantidad: el número de intersecciones en un bastidor de hilos, el DAP, la cobertura de la copa, la biomasa, o el número de individuos que abarca cada especie en el área de muestreo establecida. El método que se utilice para determinar la cantidad depende del estrato a estudiar y de la naturaleza de la comunidad. Anota el método utilizado en las formas de registro de datos. En el caso de que no se conozcan las especies pueden coleccionar una pequeña muestra para integrar un miniherbario de consulta rápida e identificarla con un nombre que puedan recordar con facilidad, lo que a menudo sucede si el nombre se relaciona con algún atributo de la planta. En caso de haber individuos reproductivos puede coleccionarse un ejemplar lo más representativo posible y herborizarlo para preservarlo en el herbario de la Facultad.
5. Los datos se registran en el Cuadro 1.
6. La identidad de las especies puede ser establecida en laboratorio, mas es necesario coleccionar ejemplares representativos de cada especie, de preferencia con estructuras reproductivas, y prepararlos para ser preservados, debidamente etiquetados, como respaldo a la investigación, en alguna colección.

MATERIAL

PARA HERBÁCEAS:

- Bastidor cuadrado de madera de 30 x 30 cm, con 5 clavitos en cada lado, a una distancia de 5 cm

uno de otro. Entre los clavos correspondientes de los lados opuestos colocar hilo (puede ser de zapatero) de un color que contraste con el de la vegetación, de manera que al final existan 25 intersecciones.

- Etiquetas
- Marcador y lápiz
- Prensa botánica con papel periódico y cartones
- Tijeras de campo
- Una bolsa grande de plástico para llevar las bolsas chicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Bazzaz FA. 1998. Plants in changing environments, linking physiological, population and community ecology. Cambridge Univ. Press. UK. 320 pp.
- Flores JS y J Álvarez-Sánchez. 2004. Flora y vegetación. En: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Bautista F, D González, JL Palacio y M Delgado (Eds.). UNAM - UADY - CONACYT - INE. México. 303-327 pp.
- Lawton JH. 1987. Are there assembly rules for successional communities? In: Colonization, succession and stability. AJ Gray, Crawley M & Edwards PJ (Eds.). Blackwell. GB. Pp. 223-244.
- Sánchez-Velásquez LR y MR Pineda-López. 2000. Ecología cuantitativa en plantas, métodos. Universidad de Guadalajara. México DF. 142 pp.
- Southwood TRE & PA Henderson. 2000. Ecological methods. 3rd ed. Blackwell Science. GB. 575 pp. <http://www.blackwell-science.com/southwood>
- Whittaker R. 1975. Communities and ecosystems. Macmillan Publishing Co. USA. 386 pp.
- Wilson, J. B., I. Ullmann, P. Bannister. 1996. Do species assemblages ever recur? Journal of Ecology 84(3):471-474.

CUESTIONARIO

1. Elabora un cuadro con los datos de asociación de cada par de especies. Puede ser de ayuda el Cuadro 2. Relaciona el grado de asociación de los pares de especies con las características del ambiente en que fueron registradas.
2. ¿Hay ensambles de especies que siempre ocurran conjuntamente, o que estén asociadas negativamente? ¿Cuáles pueden ser las razones en uno y otro casos? Discute.

COEFICIENTE DE ASOCIACION

CUADRO 1. Registro de datos de cobertura de plantas herbáceas.

Localidad _____ Tipo de ambiente _____

Variable elegida (marcar con X) : # intersecciones _____ ó # individuos _____

Fecha _____

→	Ambiente
Especies	
<u>Equipo</u> →	Cuadro
1	
2	
3	
↓	
100	

COEFICIENTE DE ASOCIACION INTERESPECIFICA

CUADRO 2. Coeficiente de asociacion entre cada especie

Localidad _____ Tipo de ambiente _____
Variable elegida (marcar con X) : # intersecciones _____ ó # individuos _____
Equipo _____ Fecha _____

Species	Species	A	B	C
A				
B				
C				

* Las especies pueden reconocerse por sus nombres científicos, si los conocen, o los que les asignen.

PRÁCTICA 3

I. NODRICISMO

SUSTENTO TEÓRICO

Las etapas de germinación y establecimiento temprano de las plántulas constituyen fases cruciales del ciclo de vida de las plantas (Harper, 1977). Durante el establecimiento la plántula cuenta con las limitadas reservas contenidas en la semilla, lo que le permite elongar raíces y tallos para abastecerse de agua y nutrimentos, e iniciar una vida independiente. En este trance los recursos pueden no estar disponibles o presentarse otras amenazas, como la depredación, la competencia, deshidratación, etc. Se ha sugerido que la influencia de otras plantas en el sitio pueden, en algunos casos, determinar el éxito en el establecimiento. Pueden proveer, por ejemplo, de una cobertura que atenúe las temperaturas extremas, o un follaje áspero, o espinoso, que impida el ataque de herbívoros, etc. A largo plazo esta interacción puede ser insostenible dado que ambas plantas estarían ocupando el mismo espacio y compitiendo por recursos similares (Briones *et al.*, 1996).

En las zonas áridas y desiertos el establecimiento y supervivencia de las plantas ocurre a altas temperaturas y bajo contenido de humedad de los suelos, ya que la precipitación es escasa e impredecible. No obstante, pueden encontrarse gran cantidad de especies y formas de crecimiento. Numerosos investigadores han sugerido que, sobre todo en el caso de suculentas, su establecimiento exitoso está limitado a áreas debajo del dosel de plantas nodrizas (Valiente Banuet *et al.*, 1991a, 1991b, 1991c; Alvarez Aguirre, 1994). Challenger (1998) comenta que esta interacción puede estar jugando un papel fundamental en la estructuración horizontal y vertical de las comunidades áridas, determinando un patrón en parches de vegetación.

Sin embargo, no sólo en ambientes secos la asociación con especies nodrizas puede favorecer la supervivencia de los vástagos de otras especies. En el bosque de coníferas es muy común el ramoneo de pinos jóvenes por cabras y borregos. En esta condición, la presencia de una tercera especie (la nodriza) puede ejercer una influencia que favorezca a los pinos por el impedimento físico al ramoneo. En este caso, la nodriza es *Bacharis conferta*, frecuente en estos bosques.

La idea de la práctica es retomar, ajustándolos, algunos de los métodos reportados por Valiente-Banuet *et al.* (1991a). Estos fueron aplicados para reconocer el patrón espacial de la comunidad de cactus respecto a la de arbustos e identificar posibles patrones de asociación entre las especies, que sugieran un nodricismo. No obstante, pueden aplicarse en otras comunidades, en otro contexto en que se sospeche de asociación entre especies.

LAS PREGUNTAS

- ¿Las plántulas (de pino) sobreviven más bajo los arbustos que fuera de su influencia?
- ¿Es evidente alguna asociación de especies?
- ¿Las plántulas muestran algún patrón en su orientación debajo de la copa de los arbustos?
- ¿Hay diferencias en las marchas de temperatura debajo de los arbustos que fuera de su cobertura?

HIPÓTESIS

La distancia promedio entre cada par de especies (supuesta nodriza y plántula) será significativamente menor que entre plántulas y puntos elegidos al azar, lo que podría ser interpretado como una asociación favorable a ambas especies. Una presencia conjunta que no es resultado del azar puede atribuirse a una influencia de la cobertura de los arbustos en el establecimiento exitoso de las plántulas de cactáceas. En condiciones de temperaturas muy altas y escasez de agua las

plántulas que surgen de semillas dispersadas bajo los arbustos tienen más oportunidades de sobrevivir que las que caen fuera de su influencia.

OBJETIVO / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante explora el posible efecto de *Bacharis* sp. (escobo) sobre la supervivencia de plántulas de pinos en San Juan del Monte, las Vigas, Ver.. a partir de datos de la estructura de la comunidad y asociación de especies.

Objetivos particulares

Evaluar el efecto de la cobertura del follaje y la temperatura sobre la densidad y composición de la comunidad de cactáceas.

Explorar el efecto de la orientación azimutal en la supervivencia de cactáceas que se desarrollan bajo la copa de los arbustos.

Explorar el efecto de la especie de arbusto sobre la densidad y composición de la comunidad de cactáceas.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

En cuadrantes trazados en varias localidades de bosque se identifican y miden todos los individuos de escobo y de pinos y la distancia entre ellos y el transecto. Se aplica a los datos prueba de Chi cuadrada para determinar si la asociación es producto del azar, o no.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Cada equipo se ubicará en una asociación vegetal distinta en donde prevalezcan tanto arbustos, como plántulas de pino. Se establecerá un cuadrante en cada sitio de 20 por 30 m y se cercará.

En los formatos anexos se registrarán los siguientes aspectos:

a) Patrón de agregación de pinos.

La distancia de cada individuo de pino al arbusto más cercano, indicando las especies.

La distancia de cada individuo de pino, indicando la especie, al punto aleatorio más cercano. (Se obtendrán el doble de números aleatorios que de individuos de cactáceas registrados. Estos números se obtendrán a partir de una tabla de números aleatorios. El vértice izquierdo más bajo del cuadrante será considerado el punto cero de donde parten dos coordenadas. Así, cada par de números indicará un punto en el lote de muestreo).

Los promedios de la distancia de cada tipo de par de especies será comparado con la distribución de las distancias promedio a los puntos al azar.

Se determina la frecuencia esperada para cada tipo de pareja de pino y su planta parental. Se aplica una prueba estadística de X^2 (Chi cuadrada) para probar la hipótesis nula de que el número de pinos debajo de cada especie es proporcional al total del área cubierta por el dosel de los arbustos. Se estandarizan los residuos y si están normalmente distribuidos con media cero y varianza uno se considerará que cualquier valor mayor a 2 (aproximadamente el 5% de la distribución normal) se considera como una desviación significativa, y un indicador de asociación entre especies.

b) Patrón de reemplazo de arbustos por pinos.

Se registrarán las alturas y diámetros de todos los pinos en centímetros. Se anotará si se encuentran, o no, asociados a un arbusto.

Se construirán histogramas de clases de altura y de clases de diámetro, distinguiendo las

que están asociadas a un arbusto, de las que no.

c) Orientación de los cactus respecto al arbusto.

Se registrará la orientación de cada pino que crece debajo de la copa de un arbusto con el fin de explorar alguna tendencia.

d) Temperatura del aire.

Se registrarán cada hora las temperaturas debajo y a un paso de distancia de cinco arbustos de cada especie. Se reportarán en un gráfico de líneas mostrando la marcha de la temperatura en las dos situaciones.

MATERIALES

Cinta métrica de 30 m	Termómetro digital
4 estacas	Brújula
Mecahilo, rafia o estambre	Tabla de números aleatorios
Papel milimétrico	Varas rústicas de madera de 2.5 m, graduadas
Tabla para escribir	
Cinta métrica de sastré	

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Aguirre MG. 1994c. Análisis de algunos factores que intervienen en la germinación y sobrevivencia de plántulas de cinco especies de cactáceas en el valle de Zapotitlán Salinas, Puebla, México, Tesis Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana. 73 pp.
- Briones O., y seis autores más. 1996. Competencia intra e interespecífica en *Mimosa luisana* y *Neobuxbaumia tetetzo* en la zona árida de Tehuacán, Puebla: evidencias basadas en la relación tamaño distancia y el potencial hídrico. Memorias del Curso de Campo. Doctorado en Ecología y Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A.C.
- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. CONABIO, UNAM, Sierra Madre. México. 847 pp.
- Harper J. 1977. Population biology of plants. Academic Press. NY. 891 pp.
- Valiente-Banuet A, Bolongaro-Crevena A, Briones O, Ezcurra E, Rosas M, Núñez H, Barnard G. and Vázquez, E. 1991a. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in Central Mexico. Journal of vegetation science 2:15-20.
- Valiente-Banuet A. and Ezcurra E. 1991b. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico. Journal of ecology 79:961-971.
- Valiente-Banuet A, Vite F. and Zavala-Hurtado A. 1991. Interaction between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and the nurse shrub *Mimosa luisana*. Journal of vegetation science 2:11-14.

PRÁCTICA 4

II. MACROFAUNA EN *Tillandsia heterophylla*

SUSTENTO TEÓRICO

Los determinantes últimos de la distribución y abundancia de las especies dependen en gran medida de las condiciones abióticas del sitio, particularmente de la intensidad de la radiación solar (Barradas, 1994). Ésta tiene un impacto directo en la temperatura que prevalece en un sitio y depende de factores como la latitud, la orientación, la altura sobre el nivel del mar, la topografía, etc. Por otro lado, la humedad, también asociada con la temperatura, determina en gran medida el establecimiento, o no, de las especies en un sitio particular.

El desarrollo de la comunidad puede afectar en forma severa a ambos factores a nivel local, haciéndolo menos extremo, lo que forma parte del microclima. Éste suele ser más fresco durante las horas de insolación y menos frío durante la noche. Plantas más grandes, en varios estratos, de mayor cobertura y masividad impondrán condiciones microclimáticas menos extremas, lo que puede favorecer la proliferación de numerosos organismos y una mayor biodiversidad en el sistema.

Por otro lado, las diversas especies presentan adaptaciones evolutivas a distintas condiciones microclimáticas. Así, podemos encontrar especies con capacidades fisiológicas que les permiten sobrevivir en ambientes escasos de agua, aún en las comunidades más húmedas, como el bosque nublado o la selva tropical lluviosa.

En esta práctica analizaremos la biota que se establece en un ambiente sumamente seco dentro de una comunidad muy húmeda. Este es el caso del dosel arbóreo, en donde el agua puede llegar por precipitación vertical u horizontal, en forma de niebla, mas no retenerse allí, sino en el suelo. No obstante, pueden detectarse numerosas especies vegetales que viven en las ramas de los árboles, y no tener raíces en contacto con el suelo. Estas especies son conocidas como epífitas y poseen formas que les permite almacenar el agua y sobrevivir en las condiciones de sequía local. El caso que abordaremos es el de *Tillandsia heterophylla* y de la biota que sobrevive entre sus hojas.

OBJETIVO / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante comparará la composición de especies y abundancia que puede encontrarse entre las hojas de individuos de varios tamaños de *Tillandsia*, ubicados a diferentes alturas en el bosque nublado.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Se registran y cuentan los individuos y especies, perceptibles a simple vista, que se encuentran entre las hojas de varios individuos de *Tillandsia*. Se comparan la biota de cada especie entre los individuos colectados. Se discute el impacto de la epífita sobre el microclima.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Se eligen al azar 5 individuos arbóreos y se registra la cantidad de individuos de *Tillandsia*.
2. Se colecta de cada árbol, un individuo de esta especie, cuidando que no se salgan los organismos que viven sobre ella y se meten en sendas bolsas de plástico.
3. Se registra la altura en que se encontraba cada individuo colectado.
4. En el laboratorio se vacían las plantas en bandejas plásticas grandes.
5. Se registra el largo y circunferencia de cada individuo y se registra el volumen de agua depositado en cada una.

6. Se registra el número de individuos de cada morfoespecie, y se determinan hasta nivel de orden.
7. Se preservan los ejemplares en alcohol al 70% o en FAA, debidamente etiquetados con los datos de colecta.
8. Se comparan las especies halladas en cada planta, así como su abundancia.
9. Se grafican los resultados.
10. Se relaciona la riqueza, diversidad y composición de especies con la altura a que se encontraba y el tamaño de la planta.
11. Se discuten otras posibles causas de la distribución local.

MATERIALES POR EQUIPO

Tabla para escribir y papel cuadriculado	Microscopio de disección
Bolsas grandes de plástico	Claves de identificación
Bandejas de plástico grandes	Flexómetro o vara de madera graduada.
Frascos con alcohol al 70% o FAA	Computadora
Lápiz y goma de borrar	

BIBLIOGRAFÍA

- Barradas VL. 1994. Instrumentación biometeorológica. UNAM y Fondo de Cultura Económica. México (Las tecnologías en el siglo XX). 113 pp.
- Hernández AA. 2007. Macroinvertebrados asociados a *Tillandsia heterophylla* E. Morren en ambientes contrastantes de Xalapa, Ver., y sus alrededores. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Biología –Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa. 120 pp.
- Orellana R y ME Hernández. 2004. Clima. En: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Bautista F, D González, JL Palacio y M Delgado (Eds.).UNAM - UADY - CONACYT - INE. México. 145-181 pp.
- Suárez AI y TF Carmona. 1998. Manual de prácticas de ecología general. Universidad Veracruzana. Xalapa. 70 pp. (Textos Universitarios).

CUESTIONARIO

1. Captura tus datos en el programa Excell y compáralos con los de los demás compañeros.
2. ¿Detectaron diferencias entre sitios, posiciones, tamaño de las plantas? Discute cuáles pueden ser las causas de las diferencias.
3. Investiga cuál puede ser el impacto en la distribución y abundancia de las la biota dentro del tencho.
4. Compara tus resultados con los de Hernández (2007) y discute.

PRÁCTICA 5

III. PREFERENCIAS DE FOROFITOS POR INDIVIDUOS DE *Tillandsia* sp.

SUSTENTO TEÓRICO

Como se mencionó en la práctica anterior, algunas especies de epífitas, como *Tillandsia* tienen la capacidad de sobrevivir sobre las ramas de los árboles (forofitos), tolerando las condiciones de sequía local. No obstante, como lo observamos en dicha práctica, algunos árboles no presentan epífitas y otros tienen muy pocas.

Algunas características de los árboles, particularmente de su corteza, podrían favorecer o impedir el establecimiento de epífitas. Aunque, podrían analizarse otros factores como la altura, radicación incidente, ángulos de las ramificaciones, etc. que podrían tener algún efecto en su distribución y abundancia (Hietz y Hietz-Seifert. 1994).

OBJETIVOS / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante establecerá cuáles son los rasgos de las especies arbóreas de forofitos en que se establecen los individuos de *Tillandsia* en el bosque nublado.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Se analizan las características morfológicas y fenológicas de los forofitos que tienen epífitas y discutir los que tienen mayor generalidad de explicación.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Se diseña una guía para la observación y registro de las varias características morfológicas y fenológicas de los forofitos que pudieran estar relacionadas con la distribución, abundancia y composición de especies epífitas, particularmente de *Tillandsia heterophylla*.
2. En el campo se eligen al azar 20 individuos arbóreos del bosque.
3. Se observan con ayuda de binoculares la distribución y abundancia de epífitas.
4. Se registran las características enlistadas en la guía.
5. Se comparan las observaciones de cada equipo y se discute cuáles podrían ser los factores más determinantes de la distribución y abundancia de dichas epífitas.

MATERIALES POR EQUIPO

Tabla para escribir y papel cuadriculado
Lápiz y goma de borrar
Microscopio de disección
Binoculares
Navaja o cuchillo de campo
Bolsas de plástico

Brújula
Clinómetro
Claves de identificación
Flexómetro o vara de madera graduada.
Computadora

BIBLIOGRAFÍA

Hernández AA. 2007. Macroinvertebrados asociados a *Tillandsia heterophylla* E. Morren en ambientes contrastantes de Xalapa, Ver., y sus alrededores. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Biología –Xalapa. Universidad Veracruzana. Xalapa. 120 pp.

Hietz P y Hietz-Seifert. 1994. Epífitas de Veracruz. Instituto de Ecología, A.C. 236 pp.

Ospina F, J Estevez, J Betancur y E Realpe. 2004. Estructura y composición de la comunidad de macro invertebrados acuáticos asociados a *Tillandsia turneri* Baker (Bromeliaceae) en un bosque alto andino colombiano. Acta Zoológica Mexicana (ns) 20(1): 153-166.

CUESTIONARIO

1. Captura tus datos en el programa Excell y los de los demás compañeros.
2. ¿Detectaron diferencias entre las características de los forofitos? Discute cuáles pueden ser las causas de las diferencias.
3. Investiga cuál puede ser el impacto en la distribución y abundancia de las epífitas en los forofitos.
4. Compara tus resultados con los de Hietz y Hietz (1994) y discute.

PRÁCTICA 6

AREA MÍNIMA DE COMUNIDADES DE PLANTAS

SUSTENTO TEÓRICO

Aún cuando a las comunidades se les considera como cualquier conjunto de individuos de varias especies que coexisten en un tiempo y localidad dada, su presencia conjunta muy difícilmente es idéntica de un lugar a otro. En una misma localidad, donde prevalezca un tipo de vegetación aparentemente uniforme, pueden detectarse diferencias en la composición de especies¹ en sitios distintos. Lo anterior puede atribuirse a que en cada sitio, por uniforme que parezca, se pueden dar combinaciones de condiciones y oportunidades diferenciales para el establecimiento y desarrollo de las diversas especies que componen la comunidad. Ésta se aparece, entonces, como un conjunto de mosaicos sobrepuestos; donde cada color del mosaico representa a una especie, y cada mosaico equivale a un nivel, o estrato vertical, en que se distribuyen las plantas y animales.

Dada la dificultad de emprender el estudio de la comunidad completa es, con frecuencia, útil trabajar con una muestra de la misma. Sin embargo, la estandarización del tamaño de la muestra es una empresa compleja ya que cada comunidad posee caracteres que la distinguen en cuanto al número de especies presentes, la densidad de individuos por especie, la estratificación, los patrones de distribución de los individuos y las formas de crecimiento, entre otros aspectos.

Por tanto, antes de iniciar cualquier estudio de la comunidad es necesario tomar la decisión sobre el tamaño del área de muestreo con que se va a trabajar. Para optimizar el trabajo la muestra debe tender a ser del tamaño más pequeño posible en que estén representadas la mayoría de las especies, en forma significativa.

Existe un método para establecer el área de muestreo significativo, más pequeño: el área mínima. Ésta se define como el área más pequeña que representa significativamente la composición de especies de la comunidad.

El tamaño del área mínima va a variar dependiendo de la comunidad de que se trate y del estrato en que se trabaje (arbóreo, arbustivo, herbáceo, etc.). Estará relacionado con la diversidad de la comunidad y con el tamaño y distribución de sus componentes.

Previo a los estudios de valor de importancia, índice de diversidad y grado de asociación de especies es recomendable determinar el área mínima de muestreo.

OBJETIVO / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante determinará el valor del área mínima en cada uno de los estratos de cada una de las localidades elegidas en San Juan del Monte en que se trabaje.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Por estrato y por localidad se enlistan las especies de plantas en cuadrantes cada vez mayores y una vez que no aparezcan especies nuevas se detiene el muestreo y se determina el tamaño del área mínima.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

El método más comúnmente usado para establecer el tamaño del área mínima es el de lotes anidados (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974; Velásquez-Sánchez y Pineda-López, 2000), y consiste en lo siguiente:

¹Composición de especies = Especies presentes en un sitio determinado.

1. Se define cuál es el estrato que será muestreado.
2. Se establece una pequeña área cuadrada de muestreo inicial, acorde con la comunidad y el estrato en que se va a trabajar; en el caso de una comunidad de herbáceas puede ser de 25 x 25 cm (esto es, de 625 cm²).
2. Se registran todas las especies presentes y se anotan en una lista, asignándoles un número o nombre (puede usarse la tabla anexa).
3. El área de muestreo se duplica, se registran las especies que no habían aparecido en el cuadro anterior; y así sucesivamente.
4. Una vez que ya no se vayan encontrando especies nuevas se grafica el número de especies contra el área muestreada y el punto en que la curva se hace asintótica indica el tamaño del área mínima.

MATERIALES

Tijeras de campo	Marcador, libreta de campo y lápiz.
Bolsas de plástico medianas	Estacas
Etiquetas de colgar preferentemente.	20 m de mecahilo
Prensa botánica con periódico y cartones.	Cinta métrica

BIBLIOGRAFIA

- Franco López J. *et al.* 1991. Manual de ecología. 2^a ed. Ed. Trillas. México. 266p
- Müeller-Dombois D and H Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Willey & Sons. Nueva York. 547 pp.
- Pérez Pacheco A. 1989. Manual de laboratorio de ecología vegetal. Universidad Veracruzana. México. 41 pp. (Textos universitarios).
- Sánchez-Velásquez LR y MR Pineda-López. 2000. Ecología cuantitativa en plantas, métodos. Universidad de Guadalajara. México DF. 142 pp.

CUESTIONARIO

1. Enlista todas las localidades en que se determinó el área mínima y compara los resultados. Discute cual es la razón de que en algunas comunidades el área mínima fuera menor que en otras, y viceversa.
2. Discute por qué es conveniente establecer el área mínima para cada estrato por separado.
3. ¿Qué significado ecológico tiene la estabilización de la curva?

PRÁCTICA 7 SIMILITUD DE COMUNIDADES

SUSTENTO TEÓRICO

La caracterización de las comunidades mediante su fisonomía en formaciones o tipos de vegetación ha sido sumamente útil no sólo para los biólogos, sino también para profesionales de otras áreas relacionadas con el manejo de los recursos naturales. Estos requieren de una herramienta sencilla para reconocer unidades de 'naturaleza' y los rasgos más influyentes en la distribución de su biota.

No obstante, este tipo de caracterización 'gruesa', de grandes extensiones de la misma comunidad, cuando se revisa en detalle revela que la mayoría de las especies que las componen en diferentes partes de su rango de distribución no es constante, ni recurrente. Así, por ejemplo, en México el bosque mesófilo de montaña, definido por Rzedowki (1978), presenta una distribución muy fragmentaria en laderas húmedas de mediana altitud en Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Michoacán, México, Tamaulipas, Jalisco, Hidalgo y Puebla. Cuando se han realizado comparaciones de la composición florística de varios fragmentos, ubicados en varios estados, se han encontrado coincidencias frecuentes en géneros, mas no tanto en especies y, en general, la composición es muy variable, aunque puede distinguirse un gradiente de similitud de comunidades de norte a sur. Las más cercanas se parecen más y las más distantes (Chiapas y Jalisco), menos (Challenger, 1998).

Con el fin de comparar la composición de especies al interior de la comunidad, en varias localidades se han propuesto índices numéricos que asignan un valor a la semejanza en composición, como el Coeficiente de Comunidad, de Jaccard, de Sorensen, de Morisita-Horn, etc. (Southwood y Henderson, 2000).

En esta práctica aplicaremos el índice de Jaccard para comparar la composición de mini cuadrantes en varios puntos de la misma comunidad bajo distintos tipos de alteración del bosque mesófilo. Se trabajará con los datos de composición de especies recabados para la práctica de asociación de especies, en el Parque Natura.

COEFICIENTE DE SIMILITUD DE JACCARD

$$C_j = \frac{a}{a + b + c}$$

Donde:

a = número de especies en común entre las comunidades (o cuadrantes) A y B

b = cantidad de especies en la comunidad (o cuadrante) A

c = cantidad de especies en la comunidad (o cuadrante) B

OBJETIVO / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante compara la similitud de especies entre puntos de muestreo en cuadrantes en el bosque mesófilo de montaña en sitios que han recibido distinto manejo, reconoce si hay un efecto del manejo en la composición de especies e identifica si hay un impacto de la distancia entre cuadrante en la similitud de especies.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Se obtienen datos de la composición de especies herbáceas en, al menos, cien minicuatrantes.

Se estiman los índices de similitud de Jaccard para cada par de comunidades (o cuadrantes). Se buscan explicaciones considerando las características del ambiente en que se realizaron los muestreos.

TECNICAS, PROCEDIMIENTO Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Se utilizan los datos sobre composición de especies de cada uno de los cuadrantes muestreados para la práctica sobre asociación de especies.
2. Cada equipo de trabajo estará integrado por tres estudiantes. Cada equipo registrará los datos de 15 muestras y las compartirá con las del resto de los equipos para que, por equipo, sean analizadas y entreguen sus reportes, basados en el análisis de los datos de las 100 muestras, cuando menos.

MATERIAL

PARA HERBÁCEAS:

Bastidor cuadrado de madera de 30 x 30 cm, con 5 clavitos en cada lado, a una distancia de 5 cm uno de otro. Entre los clavos correspondientes de los lados opuestos colocar hilo (puede ser de zapatero) de un color que contraste con el de la vegetación, de manera que al final existan 25 intersecciones.

Etiquetas

Tijeras de campo.

Marcador

Una bolsa grande de plástico

Prensa botánica con papel periódico y cartones.

Lápiz

BIBLIOGRAFÍA

- Challenger A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Comisión Nacional para el Uso y Conservación de la Biodiversidad (CONABIO). UNAM. Sierra Madre. México. 847 pp.
- Flores JS y J Álvarez-Sánchez. 2004. Flora y vegetación. En: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Bautista F, D González, JL Palacio y M Delgado (Eds.). UNAM - UADY - CONACYT - INE. México. 303-327 pp.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 pp.
- Southwood TRE & PA Henderson. 2000. Ecological methods. 3th ed. Blackwell Science. GB. 575 pp. <http://www.blackwell-science.com/southwood>
- Whittaker R. 1975. Communities and ecosystems. Macmillan Publishing Co. USA. 386 pp.
- Wilson JB, I Ullmann and P Bannister. 1996. Do species assemblages ever recur? Journal of Ecology 84:471-474.

CUESTIONARIO

1. Elabora un cuadro con los datos de similitud de cada par de comunidades (o cuadrantes). Puede ser de ayuda el Cuadro 3. Relaciona éstos con las características del ambiente en que fueron registradas.
2. ¿Hay especies características de alguna comunidad que no se encuentran en otra? ¿Cuáles fueron las comunidades más disímiles? ¿Por qué? Discute.
3. Analiza el artículo de Wilson, Ullmann y Bannister (1996). ¿Encuentras explicaciones o situaciones aplicables a lo que se encontró en los muestreos del Parque Natura?

PRÁCTICA 8

VALOR DE IMPORTANCIA DE ESPECIES DE SAN JUAN DEL MONTE

SUSTENTO TEÓRICO

Aún cuando a las comunidades se les considera como cualquier conjunto de individuos de varias especies que coexisten en un tiempo y localidad dada, su presencia conjunta muy difícilmente es idéntica de un lugar a otro. En una misma localidad, donde prevalezca un tipo de vegetación aparentemente uniforme, pueden detectarse diferencias en la composición de especies en sitios distintos. Lo anterior puede atribuirse a que en cada sitio, por uniforme que parezca, se pueden dar combinaciones de condiciones y oportunidades diferenciales para el establecimiento y desarrollo de las diversas especies que componen la comunidad. Ésta se aparece, entonces, como un conjunto de mosaicos sobrepuestos; donde cada color del mosaico representa a una especie, y cada mosaico equivale a un nivel, o estrato vertical, en que se distribuyen las plantas y animales.

Dada la dificultad de emprender el estudio de la comunidad completa es, con frecuencia, útil trabajar con una muestra de la misma. Sin embargo, la estandarización del tamaño de la muestra es una empresa compleja ya que cada comunidad posee caracteres que la distinguen en cuanto al número de especies presentes, la densidad de individuos por especie, la estratificación, los patrones de distribución de los individuos y las formas de crecimiento, entre otros aspectos. El tamaño del área a muestrear va a variar dependiendo de la comunidad de que se trate y del estrato en que se trabaje (arbóreo, arbustivo, herbáceo, etc.). Estará relacionado con la diversidad de la comunidad y con el tamaño y distribución de sus componentes. Estableceremos los sitios de muestreo en tres localidades sometidas a distinto manejo en que se incluyan cuadrantes de 100 m² para las especies arbórea, de 4 m² para arbustivas y 1 m² para herbáceas.

Una vez que se han registrado las especies en varias áreas del mismo gradiente, las comunidades se caracterizarán mediante la estimación del valor de importancia de cada una de las especies presentes. Éste proporciona información sobre la influencia de cada especie dentro de la misma comunidad. Se obtiene a partir de la determinación precisa de la densidad, la cobertura y la frecuencia de cada especie, bajo un muestreo estricto y representativo con el método de cuadrantes. Con frecuencia las especies de mayor valor de importancia pueden tener un papel clave en la comunidad 'acaparando' recursos que determinan la distribución y abundancia de otras especies.

OBJETIVO / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante determinará la estructura y composición arbórea, arbustiva y herbáceas en tres sitios del Área Natural Protegida de San Juan del Monte, Las Vigas, Veracruz, por medio del mapeo de la distribución horizontal y vertical de las plantas y la estimación del valor de importancia, por estrato.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

En todos los cuadrantes que componen un transecto se determinan la composición de especies, su abundancia y su distribución espacial. Con estos datos se estiman los valores de importancia de cada especie.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

Se ubican tres localidades de bosque de coníferas sometidas a distinto manejo y se trazará un transecto en el que se ubicará cada equipo. En su tramo respectivo, deberá realizar lo siguiente: Delimitar un cuadrante de 10 por 10 m, marcarlo con cuerdas y los vértices apuntalados con las

estacas. Si se cuenta con GPS se registrarán las coordenadas geográficas de cada uno de los 4 puntos del transecto, así como datos del ambiente que pudieran resultar de utilidad en la discusión como: pendiente de la ladera, orientación, altitud, etc. Las especies se identificarán con ayuda del libro de Benítez-Badillo (1986).

Arboles:

- En cada cuadrante se registrarán todos los individuos, cuyo DAP sea mayor a 5 cm, de todas las especies arbóreas presentes, ubicándolas espacialmente en el papel milimétrico e identificándolas con un número progresivo.
- Se anotarán las siguientes medidas de cada individuo arbóreo: número progresivo, especie, altura, perímetro a la altura del pecho, del diámetro de la copa y, si fuera posible, una fotografía digital de cada especie.

Arbustos

- En cada cuadrante, en las esquinas inferiores izquierda y derecha, se delimitará dos cuadrantes más pequeños, de 2 x 2 m, de los cuales se registrarán las medidas de los arbustos presentes: número progresivo, especie, altura, diámetro de la base del tronco, el diámetro de la copa y fotografía digital.

Hierbas

- En las esquinas superior derecha e izquierda del cuadrante, se trazarán dos cuadros más pequeños, de 1 x 1 m, en que se registrarán las especies herbáceas encontradas, en número progresivo, especie, altura, cobertura y fotografía digital.
- Todos los datos serán registrados en centímetros, excepto la altura de los árboles.
- Si no se conoce la especie se tomará una muestra para herbario y otra para miniherbario de consulta rápida en campo. Se preguntará a pobladores del lugar por su nombre.

Valor de importancia

- Se estimará el valor de importancia para cada cuadrante y estrato a partir de los datos que se señalan abajo. Conviene trabajarlos en Excel para ilustrar con gráficos.
- Se compararán los valores de los cuadrantes arbóreos y se tratarán de encontrar explicaciones sobre las diferencias y semejanzas encontradas. Luego se compararán los valores de los arbustivos y luego de los herbáceos.

- a) **Densidad.** Número de individuos de una especie por unidad de área, o volumen.
- b) **Densidad relativa.** Densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área.
- c) **Frecuencia.** Número de muestras en las que se encuentra una especie.
- d) **Frecuencia relativa.** Frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.
- e) **Dominancia.** Cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie.
- f) **Dominancia relativa.** Dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies.

DENSIDAD =
$$\frac{\text{Densidad relativa de una especie} \times \# \text{ total de individuos}}{100}$$

DENSIDAD RELATIVA =
$$\frac{\# \text{ Individuos de una especie} \times 100}{\# \text{ Total de individuos}}$$

DOMINANCIA = Densidad de una especie x promedio de dominancia de la especie

DOMINANCIA RELATIVA = $\frac{\text{Dominancia de una especie} \times 100}{\text{Dominancia total para todas las especies}}$

FRECUENCIA = $\frac{\text{Número de puntos en que aparece una especie}}{\text{Total de puntos muestreados}}$

FRECUENCIA RELATIVA = $\frac{\text{Frecuencia de una especie} \times 100}{\text{Frecuencia total de todas las especies}}$

VALOR DE IMPORTANCIA = Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa

El valor de importancia estimado para cada especie podrá asumir una cifra entre 0 y 300. Los valores de importancia de todas las especies sumados serán de 300.

MATERIAL POR EQUIPO

Tijeras de campo	Bolsas de plástico medianas
Etiquetas de colgar y de pegar	6 Estacas
Prensa botánica con periódico y cartones (una por grupo)	Cinta métrica de sastre
Marcador y lápiz.	Libreta de pasta dura para un miniherbario
Tabla de escribir y libreta de campo	Papel milimétrico
100 m de mecahilo o raffia de color claro con marcas c/m.	Vernier
Varilla de madera graduada en cms de más de 2 m largo	Clinómetro
	GPS, si fuera posible
	Cámara digital <i>idem</i>

BIBLIOGRAFIA CITADA Y PARA CONSULTA

- Benítez Badillo, G. 1986. Árboles y flores del Ajusco. Instituto de Ecología. México. 183 pp.
- Flores JS y J Alvarez-Sánchez. 2004. Flora y vegetación. En: Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. F Bautista, González, H, Palacio, JL & Delgado, MC (Editores). UNAM-UADY-CONACyT-INE. México. Pp. 303-327.
- Franco López J. 1991. Manual de ecología. 2ª ed. Ed. Trillas. México. 266 pp.
- Ludwig JA and JF Reynolds. 1988. Statistical ecology. John Wiley & Sons. Canada. 337 pp.
- Müeller-Dombois D and H Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Willey & Sons. Nueva York. 547 pp.
- Suárez AI y TF Carmona. 1998. Ecología general, manual de prácticas. Universidad Veracruzana. Xalapa. 65 pp. (Textos universitarios).

CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles fueron las especies en cada estrato y cuadrante que obtuvieron los mayores valores de importancia? ¿Hay alguna evidencia que los relacione con algún factor del ambiente? Discute.

PRÁCTICA 9

BIODIVERSIDAD DE LA COMUNIDAD DE INSECTOS

SUSTENTO TEÓRICO

En la estimación de la diversidad se consideran dos características de los ambientes: la riqueza de los mismos (i.e. el número de especies que contienen) y la equitabilidad (o número de individuos por especie, i.e. la abundancia o cantidad).

Cuando se pretende calcular la diversidad de un ambiente para compararla con la de otro es conveniente seleccionar algún grupo de organismos relacionados taxonómicamente y que existan en los ambientes a confrontar. Lo anterior debe realizarse cuando se cuenta con entidades comparables; no tiene mucho caso equiparar la diversidad de aves de un ambiente, con la de escarabajos de otro ecosistema.

El estudio de cada tipo de organismos entraña una metodología particular. En el caso de plantas la estimación de la abundancia de cada especie se hacía con registros de porcentaje de cobertura, o biomasa, por especie en un área. En el caso de los insectos, la equitabilidad, puede estimarse contando el número de individuos de cada especie que se capturan en un tiempo y área dados.

OBJETIVOS / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante comparará la diversidad de insectos aéreos en ambientes sometidos a distinto manejo en San Juan del Monte, confrontará los valores de diversidad que arroja la estimación de diversos índices y discernirá su utilidad. Determinará los patrones de actividad de insectos aéreos.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Se hará un listado de la comunidad de insectos diurnos y nocturnos por varios métodos de colecta: red entomológica, red de golpeo, sábana y luz. Se asociará la composición e índices de diversidad de insectos con la composición y diversidad de plantas de cada sitio.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Cada equipo ubicará un sitio de muestreo diferente al de los demás con el fin de comparar los resultados. Cada sitio deberá ser visualmente representativo y de fácil acceso, donde se pueda trabajar fácilmente alrededor de la sábana. El método de la sábana se usará donde la vegetación rebase un metro de altura, el de las redes donde las plantas sean más bajas.
2. **a) VEGETACION ALTA.** Extender la sábana en posición perpendicular al piso y sujetarla de tal manera que se pueda tener fácil acceso a su alrededor, fijándola firmemente con cuerdas y estacas.
- b) VEGETACION BAJA.** Establecer un transecto de 20 m de longitud. Durante 15 minutos, se recorrerá el transecto golpeando las vegetación con la red de golpeo y capturando insectos a ambos lados del transecto.
3. Preparar el frasco letal inyectando el acetato de etilo a un algodón dentro del frasco de boca ancha. Luego se instala el cartón que aísla el algodón en una especie de cámara dentro del frasco. Esta operación debe realizarse con sumo cuidado por la toxicidad de esta sustancia.
4. Establecer el rol de muestreo; cada hora durante 24 horas, entre los integrantes del equipo.
5. En los muestreo diurnos se trabajará durante los 15 minutos siguientes de la hora convenida.
6. En los muestreo nocturnos se encenderá la lámpara 15 minutos antes del muestreo y durante los 15 minutos que dure el muestreo. Después se apagará.
7. El muestreo consistirá en coleccionar todos los insectos que se encuentre a menos de un metro de

distancia de la sábana. Tanto en el caso de la sábana, como de las redes se realizará la colecta durante los 15 minutos de manera continua, sin descansar y depositando los ejemplares en los frascos.

8. Una vez transcurrido el tiempo de colecta, se colocan los insectos en el frasco letal hasta que mueran.
9. Depositar los insectos en bolsas de papel (empleando las que sean necesarias) rotuladas con, cuando menos, la siguiente información:
 - a. Sitio de colecta
 - b. Grupo y equipo de colecta
 - c. Número de control
 - d. Hora
 - e. Colectores
10. Agrupar los insectos de acuerdo a su talla, estructura, forma, especie, etc. procurando que no se estropeen, ni se pierdan los datos de colecta.
11. Colocar los sobres, conteniendo a los insectos, cerrados y perfectamente etiquetados en una caja de cartón para su protección. Colocar la caja en un lugar seguro.
12. Registrar cada hora, en cada sitio de muestreo, la temperatura y la humedad relativa de la atmósfera.

ACTIVIDADES DE GABINETE

1. En el laboratorio tratar de determinar las especies de los ejemplares colectados y, si no es posible, POR LO MENOS, distinguir unas de otras, en morfoespecies.
2. Estimar los índices de diversidad de Shannon y de Simpson, en una escala de 0 a 1.
3. Agrupar y sistematizar la información recavada en gráficas y tablas que faciliten su análisis. Recuerda que además de calcular los índices es importante reportar las horas de actividad de cada especie. Representálas gráficamente.

MATERIAL POR EQUIPO

1 Frasco letal de 1 lt	linterna de mano con buena luz)
100 ml de acetato de etilo.	2 redes entomológicas: una de golpeo y una aérea (en sitios donde la vegetación sea más baja de 1 metro de altura)
100 bolsas de papel encerado o estraza chicas.	1 reloj de pulso
1 caja de cartón	1 pinzas entomológicas
4 estacas	1 pincel de punta fina
30 m de mecahilo	1 jeringa desechable de 10 ml para preparar la cámara letal
1 cinta métrica	100 etiquetas autoadheribles
2 frascos de boca ancha	1 lápiz
1 sábana blanca (sólo en sitios en que la altura de la vegetación sea mayor de 1 m).	
1 lámpara de luz blanca (puede servir una	

BIBLIOGRAFÍA

- Bravo-Núñez, E. 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad biológica. *Hidrobiológica* 1(1):87-93
- Pianka, E. 1978. *Ecología evolutiva*. Ed. Omega. Barcelona. 345 pp.
- Wolda, H. 1983. *Diversidad de entomofauna y cómo medirla*. Informe final IX Claz Perú. Pp. 181-186.

CUESTIONARIO

1. Discute los resultados de los índices de diversidad y composición de especies que obtuvo tu equipo y compáralos con los obtenidos por los demás equipos.
2. Relaciona las horas de actividad de cada especie y señala si se observa algún patrón de comportamiento con respecto a los registros climáticos. Discute.
3. Si en los sitios estudiados se hicieron también muestreos para determinar el índice de diversidad

de plantas, considéralos juntos y discute. ¿Hay tendencias similares?

PRÁCTICA 10

FLUJO DE ENERGÍA EN EL ECOSISTEMA: PRODUCTIVIDAD Y BIOMASA

SUSTENTO TEÓRICO

Una de las características del componente biótico de los ambientes o ecosistemas es la capacidad de fijar energía y convertirla en tejido nuevo; energía que, en última instancia, proviene del sol. La capacidad de capturar y procesar la energía, y la eficiencia en este proceso, pueden variar de un ecosistema a otro y aún dentro del mismo ecosistema, en temporadas diferentes. La variación en estas capacidades y eficiencias obedece a numerosos factores. Sin embargo, es posible reconocer patrones de comportamiento de dichos factores que se reflejen en la tasa de acumulación de tejido y en el peso en pie de los organismos (productividad y biomasa, respectivamente).

Las plantas absorben energía solar y, mediante el proceso de fotosíntesis, la transforman en materia orgánica viva; al monto de materia viva producida por unidad de tiempo y espacio se le denomina **Productividad Primaria Bruta (PPB)**. Sin embargo, ésta no es de medición sencilla ya que las plantas continuamente están gastando parte de la energía contenida en esta misma materia en respiración (el proceso inverso de la fotosíntesis) para la realización de sus funciones vitales.

A la cantidad de materia orgánica viva producida por plantas menos el gasto de respiración se le conoce como **Productividad Primaria Neta (PPN)**. Esta PPN es la variable más usada en la descripción y comparación de ambientes, ya que representa la tasa real de aumento de tejido, o de aumento de peso, en un área y tiempo dados, por parte de las plantas.

El aumento en peso de animales y descomponedores, referido a un área y tiempo determinados, es conocido como **Productividad Secundaria**.

La **Biomasa** es simplemente el peso de los organismos vivos y, generalmente, se expresa como el peso de una población en un área, o de un individuo.

El análisis de la productividad primaria neta, productividad secundaria y biomasa puede ser útil en la comparación de diferentes tipos de ecosistemas, en diferentes estados sucesionales, en distintas condiciones de suelo, o como variable de respuesta en experimentos.

Cualquiera de los aspectos a analizar en esta práctica pueden ser referidos al peso de un individuo, o bien, al peso de un conjunto de individuos que existen en un área dada. Esto es, con frecuencia, de utilidad, sobre todo en el caso de plantas herbáceas, ya que suele ser difícil reconocer a un individuo genético de otro.

OBJETIVO / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante compara los valores de Productividad Primaria Neta y Biomasa vegetal de, por lo menos, tres sitios sometidos a manejo distinto en San Juan del Monte e interpreta los conceptos relativos a la productividad como una forma cuantificable en que se expresa el flujo de energía de los ecosistemas

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Mediante la colecta de muestras de vegetación a distintos tiempos se evalúa su crecimiento en peso y se estima la productividad y la biomasa de plantas.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

En esta práctica se trabajará tan sólo con vegetación herbácea, que no esté siendo sometida a herbivoría. Se seguirá el método propuesto por Cox (1976), con algunas

modificaciones, que considera a la productividad de raíces aparte de la productividad aérea. En lo sucesivo cuando se haga mención de productividad, se referirá a la productividad primaria neta.

1. Cada equipo elegirá un ambiente diferente. Pueden ser localidades del mismo bosque sometidos a manejo distinto.
2. Cada equipo dentro del ambiente elegido muestreará al azar en, por lo menos, 5 sitios. Lo más recomendable es determinar el tamaño del área total a muestrear, de manera que ésta resulte representativa, utilizando el método de la curva especies-área (Práctica 6).
3. En cada uno de los 5 sitios se delimitarán 3 pequeños lotes de 10 x 20 cm cada uno, si la vegetación es poco densa y baja. Si las plantas están en mayor densidad y altura es necesario aumentar el tamaño de cada lote, considerando el área total a muestrear de acuerdo al método mencionado en el punto anterior. Es conveniente que los lotes conserven un área de muestreo rectangular como lo recomiendan Brewer y Zar (1977), en que los lados guarden una proporción de 1:2.
4. Cada lote será establecido "permanentemente" (los meses que sea necesario) instalando las estacas en cada vértice y cercándolo con el mecahilo; se les designará un número para distinguirlos: 1, 2 ó 3.
5. Se coleccionarán las plantas (materia vegetal) en la totalidad del lote demarcado distinguiendo y guardando en bolsas por separado, y debidamente etiquetadas:
 - a. Los tejidos aéreos vivos (biomasa aérea): tallos, hojas, flores, etc. vivos.
 - b. La materia viva subterránea (raíces, tubérculos, etc.) y,
 - c. Los tejidos vegetales muertos, dispersos entre las plantas y encima del suelo (materia orgánica).
6. Los tejidos aéreos vivos se cortarán a nivel del suelo con un cuchillo o navaja filosa, los tejidos subterráneos se extraerán aflojando la tierra y sacándolos cuidadosamente. La materia muerta aérea se coleccionará a mano.
7. Se coleccionará el material vegetal siguiendo las siguientes indicaciones con sumo cuidado, ya que **NO SE PROCEDERÁ DE LA MISMA MANERA EN LOS 3 LOTES**.
8. Las muestras del tiempo 0 se secarán a 80°C por 24 horas en el laboratorio. Se sacarán del horno y se pesarán en una balanza de precisión hasta el centigramo más cercano. Se anotará el peso de varias muestras. Se dejarán 24 horas más en el horno y se pesarán las mismas muestras del día anterior; si existe una variación en el peso se dejarán 24 horas más, hasta que el peso permanezca constante, lo cual indicará que se ha eliminado el agua. Una vez que se haya alcanzado un peso estable se pesará cada una de las muestras y se llenará la forma 1.
9. Las muestras del tiempo 1 se coleccionarán 2 meses después (o el tiempo que se determine) y se seguirá el mismo procedimiento de secado.
10. La biomasa aérea del lote 1, del sitio A, se deposita en una bolsa con su identificación, el material muerto aéreo del mismo lote se guarda en otra bolsa, y así sucesivamente. Al final de la colecta del tiempo 0 se tendrán en total 20 bolsas, 4 de cada sitio; y del muestreo en el tiempo 1 serán otras 20 bolsas.
11. Se realizarán los siguientes cálculos:

I. Biomasa aérea inicial (tiempo 0)

$$B_0 \text{ (en gr por lote)} = \frac{B_{01} + B_{02}}{2}$$

B_{01} = Biomasa aérea del lote 1, al tiempo 0.
 B_{02} = Biomasa aérea del lote 2, al tiempo 0.

II. Tasa instantánea de desaparición del material muerto (R)

$$\text{Log}_e (P_0 / P_1) \quad P_0 = \text{Peso del mat. aéreo muerto del lote 1 (tiempo 0)}$$

- R (en gr / gr / día) = $\frac{\text{-----}}{t}$
- III. Material muerto degradado (D)
 D (en gr por lote) = $\frac{P_0 + P_2}{2} - Rt$
- IV. Mortalidad de biomasa aérea (M)
 M (en gr por lote) = $D + (P_2 - P_0)$
- V. Producción primaria neta aérea (PPNA)
 PPNA (en gr por lote) = $(B_1 - B_0) + M$
- VI. Productividad primaria neta de raíces (PPNR)
 PPNR (en gr por lote) = $BR_1 - BR_0$
- VII. Productividad Primaria Neta (PPN)
 PPN = $PPNA + PPNR$
- P_1 = Peso del mat.aéreo muerto del lote 2 (tiempo 1)²
 t = Duración del período de producción en días
- P_2 = Peso del material muerto aéreo del lote 3
 R = Tasa inst. de desaparición del material muerto
 t = Duración del período de producción en días
- B_0 = Biomasa aérea del lote 1
 B_1 = Biomasa aérea del lote 3
 M = Mortalidad de biomasa aérea en t.
- BR_1 = Biomasa de raíces lote 3 (Tiempo 1)
 BR_0 = Biomasa de raíces lote 1 (Tiempo 0)

12. Convertir a valores calóricos. La Productividad Primaria Neta también puede ser expresada en calorías de energía. Aunque hay variaciones en el contenido calórico de los tejidos vegetales, la mayor parte del tejido herbáceo tiene valores de alrededor de 4000 calorías por gramo de peso seco (Gliessman, 2000).
13. Extrapolar los valores de peso o calorías obtenidos a un área, y tiempo, de un m² por día (Forma 2).
14. Presentar resultados en las tablas y en una gráfica.

MATERIAL

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 10 m de mecahilo o raffia y estacas | Bolsas de papel |
| Cinta métrica | Cedazos de diferentes calibres |
| Pala | Horno |
| Cuchillo o navaja filosa | Etiquetas, marcador indeleble y lápiz |
| Un nucleador para muestreo suelo | Libreta de campo |
| Bolsas medianas de plástico o papel | Balanza de precisión |

BIBLIOGRAFÍA

- Brower JE and JH Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Brown Co. Pub. USA. 194 pp.
- Cox GW. 1976. Laboratory manual of general ecology. 2^a ed. Wm. C. Brown Co. Pub. USA. 195 pp.
- Gliessman SR. 2000. Field and laboratory investigations in agroecology. Lewis publishers. USA 330 pp.
- Greig-Smith P. 1983. Quantitative plant ecology. 3th ed. Blackwell Scientific Publications. U.K. 359 pp.
- Hunt R. 1978. Plant growth analysis. Edward Arnold Publ. G.B. 67 pp.
- Krebs CJ. 2009. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 6th ed. Benjamin Cummins, San Francisco, Ca., USA. 655 pp.

CUESTIONARIO

²Dado que en el tiempo inicial (0) se eliminó en el lote 2 la biomasa viva que se convertiría en material muerto en el tiempo final, P_1 sólo representa la materia muerta del lote 2 que no se degradó en el período estudiado.

1. Con base en la experiencia adquirida en plantas, describe un método para la determinación de la productividad secundaria de cualquier heterótrofo de tu elección.
2. ¿En promedio qué proporción de la biomasa total lo constituye la biomasa de raíces en cada ambiente? Discute las razones que expliquen las diferencias o similitudes.
3. Compara los valores de PPN obtenidos en el ambiente estudiado con los determinados por otros autores para el mismo tipo de ambiente. Discute.

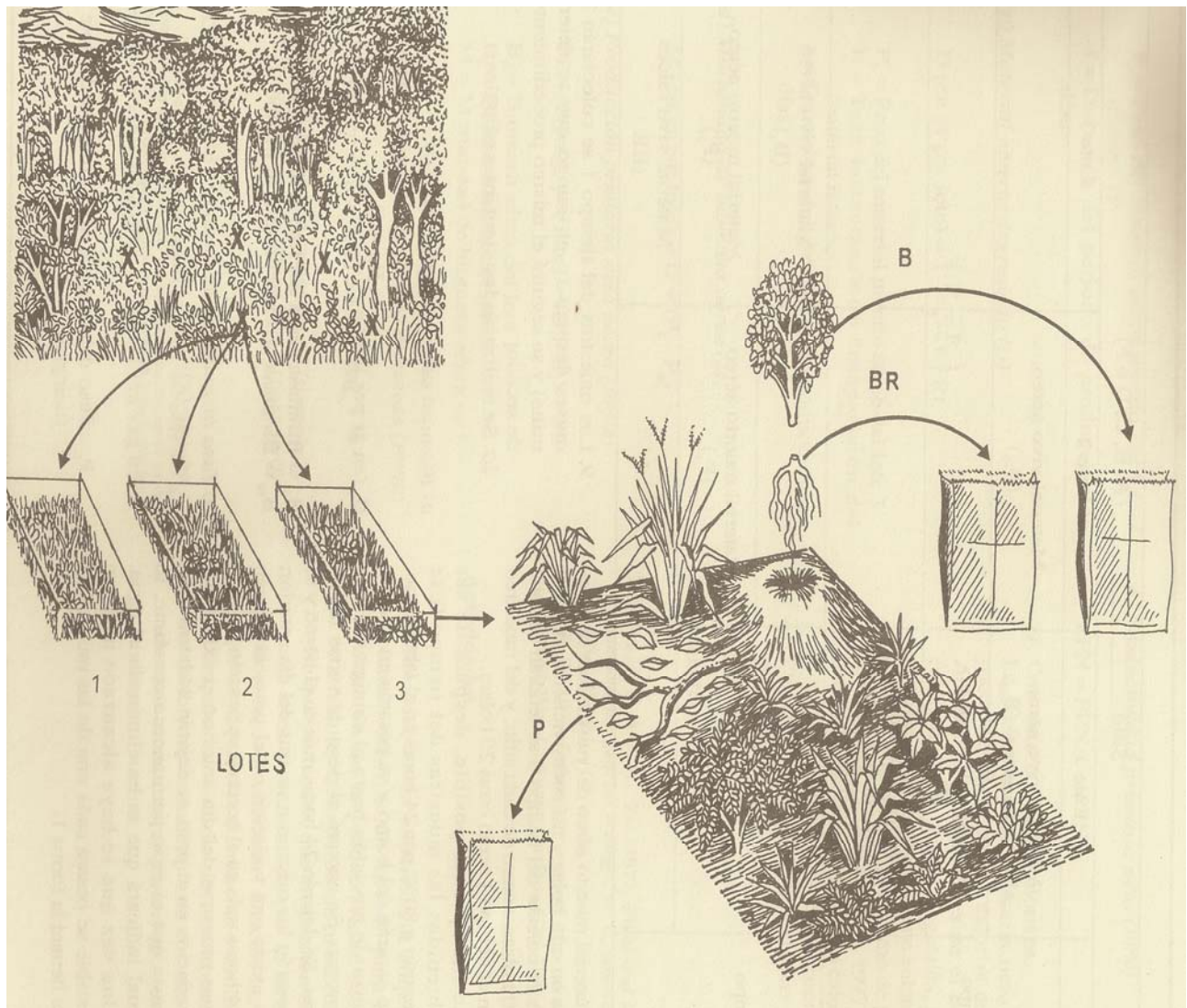


Figura 1. Forma en que debe realizarse el muestreo. A. Se eligen 5 sitios al azar en el área a muestrear. B. En cada sitio se establecen 3 lotes contiguos: 1,2 y 3 y se cercan con estacas y mecahilo. C. Se ilustra el lote 1 del sitio A: se muestran las diferencias entre Biomasa aérea (B), Material muerto aéreo (P) y Biomasa de raíces (BR). Nótese que cada tipo de material se colecta en diferentes bolsas, las cuales deben ser etiquetadas debidamente.

S I T I O _____ (A, B, C, D o F)			
	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3
Tiempo 0	Material Vivo Aéreo (Biomasa aérea) (B₀₁)	Material Vivo Aéreo (B₀₂)	
	Material Muerto Aéreo (P₀)		
	Material Vivo Raíces (Biomasa de Raíces) (BR₀)		
Tiempo 1			Material Vivo Aéreo (B₁)
		Material Muerto Aéreo (P₁)	Material Muerto Aéreo (P₂)
			Material Vivo Raíces (BR₁)

PRODUCTIVIDAD Y BIOMASA

Forma 1. Peso seco en gramos de biomasa aérea, biomasa de raíces y material aéreo muerto, colectados en 2 lotes de muestreo al principio y final del período de medición de la productividad.

Localidad _____ Sistema de uso de la tierra _____
 Tipo de ambiente _____ Equipo _____ Tamaño de muestra _____
 Tiempo 0 _____ Tiempo 1 _____ Otra información _____

		Fecha inicial:			Fecha final:			
		LOTE # 1		LOTE # 2	LOTE # 2	LOTE # 3		
Sitio	Biomasa aérea viva	Biomasa aérea muerta	Biomasa de raíces total	Biomasa aérea viva	Biomasa aérea muerta	Biomasa aérea viva	Biomasa aérea muerta	Biomasa de raíces total
1								
2								
3								
4								
5								
X								
s								

Forma 2. Cálculo de Productividad Primaria Neta en un ecosistema terrestre.

Sitio	B ₀	R	D	M	PPNA (Aérea) (g/lote)	PPNR (Raíces) (g/lote)	PPN en t (g/lote)	PPN en t (cal/m ²)	PPN (cal/m ² /día)
1									
2									
3									
4									
5									
X									
s									

GUIA PARA LA REDACCIÓN DE UN REPORTE CIENTÍFICO

SUSTENTO TEÓRICO

Con frecuencia los intentos por ordenar la información obtenida en los cursos de licenciatura no siempre tienen éxito, debido, en parte a la falta de una guía que oriente la organización de éstos. Existen muchos modelos y pueden organizarse de acuerdo a las normas editoriales de distintas revistas. No obstante, en los reportes de las actividades prácticas generalmente se incluyen los siguientes apartados.

OBJETIVO / UNIDAD DE COMPETENCIA

El estudiante aprenderá a organizar el reporte de su práctica final ajustándose al formato que sigue.

DESCRIPCIÓN DE LA PRÁCTICA

Los datos dispersos, resultado de la realización de las prácticas anteriores, se organizarán siguiendo los lineamientos indicados y así aprenderá a seguir instrucciones editoriales.

TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS Y NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

1. Se reúnen los datos registrados en los formatos correspondientes y las fuentes bibliográficas de consulta.
2. Se redacta el reporte la práctica de acuerdo a los lineamientos que siguen:

Puntos que debe contener el documento:

- **Carátula** . En ésta se reportan el título y subtítulos del trabajo y el nombre completo de los autores.
- **Resumen** (máximo 250 palabras, letra Arial 12, en sólo una página).
- **Introducción**. Presentación del trabajo en el contexto de los conocimientos relacionados con el tema abordado (marco de referencia). Se citan autores que han realizado contribuciones sobre los asuntos del marco de referencia. Pueden incluirse discrepancia, más toda aseveración requiere de una argumentación sólida, basada en referencia de otros autores o en evidencia contundente.
- **Antecedentes**: incluye idea principal que se aborda, definiciones, conceptos (no necesariamente todos), antecedentes bibliográficos, método de investigación, justificación y finalidad del estudio.
- **Objetivo(s)**. Enunciado de la(s) intención(es) del trabajo, alcances, nivel de generalidad, etc.
- **Hipótesis**. Planteamiento de cómo se considera que los resultados van a obtenerse a partir del método aplicado.
- **Método**. Explicación paso a paso de cómo se realizará la investigación. Incluye **el criterio para elegir los objetos y unidades de estudio**; definición de las variables, modos y circunstancias en que fueron estudiadas y estrategia de análisis, criterios de inclusión y de exclusión. Cuando se recurra a la aplicación de técnicas ya establecidas puede sólo mencionarse la referencia al autor que la propuso y se reporta en la Literatura citada. Descripción del sitio u objeto de estudio.

- **Resultados.** Reporte de las observaciones realizadas. Aquí se incluyen los mapas mostrando los puntos de muestreo. Si se abordaron varios temas se reportan por apartados. Se proporciona en una introducción brevísima una visión muy general de cada aspecto y luego se muestran tendencias en gráficos, cuadros (todos referidos en el texto y con pies de figura y numeración), etc.
- **Discusión.** Reflexión sobre los resultados obtenidos, comparación con lo que se ha observado en otros estudios, resaltar semejanzas y diferencias, buscar patrones, explicaciones alternativas a las situaciones observadas. Analizar con este enfoque y sintetizar en resaltar tendencias y problemas.
- **Conclusiones.** Señalar en oraciones sencillas, sin argumentación, ni citas, lo que se concluye del trabajo realizado. Basándose en las observaciones realizadas y verificando la concordancia con el título, objetivos y método.
- **Literatura citada.** Sólo se incluyen las referencias de los autores citados en el texto. Deben apegarse al formato, en orden alfabético.

MATERIAL

Se recomienda el uso de computadora para la realización de los análisis estadísticos, elaboración de gráficos y figuras, así como para la redacción del texto.

BIBLIOGRAFÍA

Méndez Ramírez I, DN Guerrero y C Sosa. 1993. El protocolo de investigación. Ed. Trillas. 2ª ed. México. 210 pp.