

MATERIA
Ecoloxía I

TITULACIÓN
Grao en Bioloxía

unidade
didáctica
8

A poboación

Zulema Varela Río
J. Ángel Fernández Escribano
Jesús R. Aboal Viñas

Área de Ecoloxía
Departamento de Bioloxía Funcional
Facultade de Bioloxía

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



Esta obra atópase baixo unha licenza internacional Creative Commons BY-NC-ND 4.0. Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-ND 4.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, salvo excepción prevista pola lei. Pode acceder Vde. ao texto completo da licenza nesta ligazón: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.gl>

© Universidade de Santiago de Compostela, 2019

Deseño e maquetación

J. M. Gairí

Edita

Servizo de Publicacións e Intercambio Científico
da Universidade de Santiago de Compostela
usc.es/publicacions

ISBN

978-84-17595-64-7

DOI

<https://dx.doi.org/10.15304/9788417595647>

MATERIA: Ecoloxía I

TITULACIÓN: Grao en Bioloxía

PROGRAMA XERAL DO CURSO

Localización da presente unidade didáctica

Unidade I. Introducción a ecoloxía

Introdución á Ecoloxía

Unidade II. O ambiente

Medio terrestre

Medio acuático

Unidade III. Os individuos e o ambiente

Adaptacións ao medio abiótico e a distribución das especies

Adaptacións á variación da temperatura

Adaptacións á dispoñibilidade hídrica en plantas e animais

Adaptacións á adquisición da enerxía e nutrientes en plantas

Unidade IV. A poboación

A poboación como unidade de estudo

Dinámica das poboacións (Demografía)

Regulación intra-específica da poboación

Estratexias demográficas das poboacións naturais

Unidade V. As interaccións entre poboacións (análise dinámico)

Competencia inter-específica

Competencia inter-específica por interferencia

Depredación

Herbivorismo. Parasitismo

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

1. Xustificación da unidade didáctica no contexto da materia e da titulación
2. Duración e destinatarios

OBXECTIVOS

- Obxectivos xerais da materia:
Obxectivos específicos da Unidade Didáctica:

METODOLOXÍA

CONTIDOS

1. Densidade poboacional
 - 1.1. Definición
 - 1.2. Conceptos relacionados
 - 1.3. Xustificación
 - 1.4. Desenvolvemento
2. Patróns espaciais
 - 2.1 Definición
 - 2.2. Conceptos relacionados
 - 2.3. Xustificación
 - 2.4. Desenvolvemento
3. Estrutura de idades
 - 3.1. Definición
 - 3.2. Conceptos relacionados
 - 3.3. Xustificación
 - 3.4. Desenvolvemento
4. Táboas de vida
 - 4.1. Definición
 - 4.2. Conceptos relacionados
 - 4.3. Xustificación
 - 4.4 Desenvolvemento
5. Curvas de supervivencia
 - 5.1. Definición
 - 5.2. Conceptos relacionados
 - 5.3. Xustificación
 - 5.4. Desenvolvemento

ACTIVIDADES PROPOSTAS

1. Medición do diámetro normal das árbores
2. Medición da altura das árbores
3. Determinación da posición das árbores
4. Cálculo de pés menores

AVALIACIÓN

ANEXOS

- Anexo I
- Anexo II
- Anexo III
- Anexo IV

BIBLIOGRAFÍA

PRESENTACIÓN

Esta unidade didáctica denominada “A poboación” forma parte da materia obrigatoria “Ecoloxía I” impartida no primeiro semestre do 3º curso do Grao de Bioloxía. A unidade céntrase nas dúas primeiras epígrafes denominadas “A poboación como unidade de estudo” e “Dinámica de poboacións” xa que son os máis extensos do programa. O concepto de poboación e a súa importancia trátase dentro da ecoloxía dun xeito transversal. En primeiro lugar faise unha introdución á poboación como unidade de estudo e os métodos empregados para medir o seu crecemento e así poder entender as súas dinámicas temporais e espaciais. A continuación estúdanse as interaccións dos organismos entre eles e tamén co seu entorno para analizar que consecuencias poden ter nas poboacións. Polo tanto, a división da materia en cinco unidades didácticas é arbitraria xa que todas elas en maior ou menor medida están interrelacionados entre si.

1. Xustificación da unidade didáctica no contexto da materia e da titulación

Figura 1. Esquema da Unidade Didáctica e as actividades derivadas da mesma dentro da materia de Ecoloxía I.



O coñecemento de variables estruturais e demográficas dunha poboación, concretamente abundancias, densidades relativas, táboas de vida, taxas de natalidade e mortalidade, supervivencia, etc., é fundamental para o recoñecemento e diagnóstico dun ecosistema. Así mesmo, todos estes conceptos facilitan o coñecemento da estrutura, composición, diversidade ou cobertura da poboación que o mesmo tempo controla a súa evolución no tempo. Esta unidade didáctica persegue o seu desenvolvemento como clases expositivas, prácticas de campo e laboratorio e posteriormente como seminarios, o que terá unha serie de vantaxes didácticas desde o punto de vista dos alumnos. Entre elas está lograr unha maior vinculación entre a parte teórico-expositiva e interactiva da programación existente; e en segundo lugar, lograr unha maior implicación dos alumnos ao utilizar datos obtidos por eles mesmos á hora de abordar gran parte do temario de Ecoloxía I.

2. Duración e destinatarios

Esta unidade didáctica, dirixida os estudantes de 3º curso do Grao en Bioloxía, forma parte da materia Ecoloxía I que consta de 6 créditos ECTS. As horas correspondentes a esta unidade repártense da seguinte maneira:

- Traballo presencial: 13 h.
 - Docencia expositiva: 4 h.
 - Prácticas de campo: 5 h.
 - Seminarios: 2 h.
 - Prácticas de ordenador: 1 h.
 - Prácticas de laboratorio: 1 h.
- Traballo autónomo (estudo, tratamento de datos, tarefas, etc.): 7h

OBXECTIVOS

Obxectivos xerais da materia:

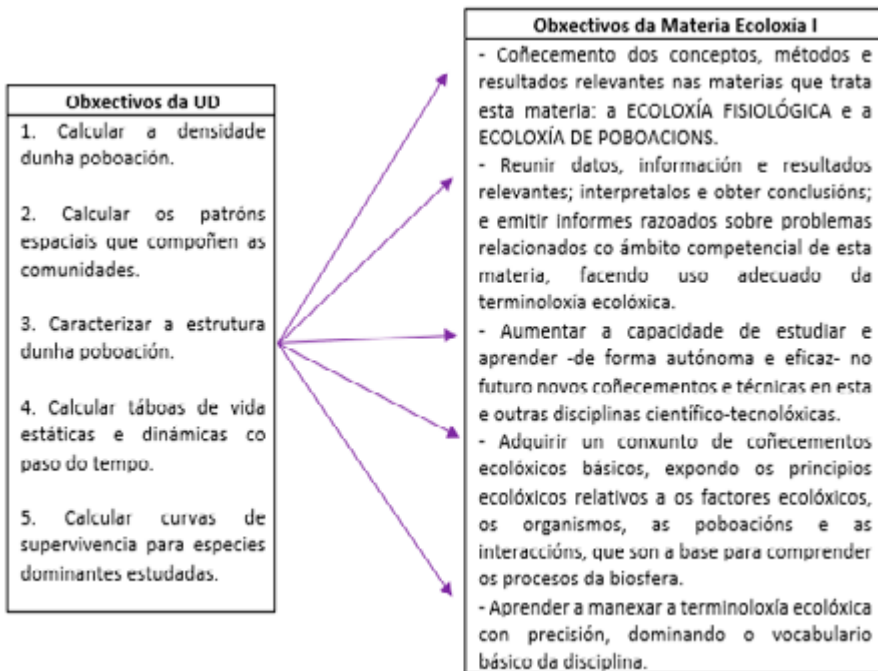
- Coñecemento dos conceptos, métodos e resultados relevantes nas materias que trata esta materia: a ECOLOXÍA FISIOLÓXICA e a ECOLOXÍA DE POBOACIÓNS.
- Reunir datos, información e resultados relevantes; interpretarlos e obter conclusións; e emitir informes razoados sobre problemas relacionados co ámbito competencial de esta materia, facendo uso adecuado da terminoloxía ecolóxica.
- Aplicar os coñecementos teórico-prácticos adquiridos e as capacidades de análises, sínteses e abstracción no recoñecemento, a definición e a formulación de problemas ambientais e ecolóxicos, e na procura de solucións académicas ou profesionais.
- Aumentar a capacidade de estudar e aprender -de forma autónoma e eficaz- no futuro novos coñecementos e técnicas nesta e noutras disciplinas científico-tecnolóxicas.
- Adquirir un conxunto de coñecementos ecolóxicos básicos, presentando os principios ecolóxicos relativos aos factores ecolóxicos, aos organismos, ás poboacións e ás interaccións, que son a base para comprender os procesos da biosfera.
- Aprender a manexar a terminoloxía ecolóxica con precisión, dominando o vocabulario básico da disciplina.
- Potenciar a capacidade de inter-relación, practicamente imprescindible para interiorizar os conceptos propios da ecoloxía, poñendo de relevo a importancia das inter-conexións entre os compoñentes dos ecosistemas.
- Entender que os ecosistemas son sistemas complexos, que funcionan como unidades integradas, existindo múltiples causas que xeran a súa estrutura e funcionamento.
- Percibir o impacto humano na biosfera e fomentar a concienciación con respecto a problemática ecolóxica e ambiental actual.

Obxectivos específicos da Unidade Didáctica:

1. Calcular a densidade dunha poboación.
2. Calcular os patróns espaciais que compoñen as comunidades.
3. Caracterizar a estrutura dunha poboación.
4. Calcular táboas de vida estáticas e dinámicas co paso do tempo.
5. Calcular curvas de supervivencia para especies dominantes estudadas.

Estes obxectivos específicos da presente unidade didáctica axudan a acadar parte dos obxectivos xerais da materia:

Figura 2. Relación dos obxectivos da unidade didáctica cos obxectivos xerais da materia



METODOLOXÍA

A **teoría** desenvolverase en catro clases expositivas de 60 minutos cada unha nas cales se proxectará unha presentación que servirá de guía á exposición da teoría. Para o seguimento das devanditas clases, os estudantes disporán dun material didáctico —basicamente esquemas e resumos cos conceptos fundamentais— que poderán obter a través da USC virtual.

Para o desenvolvemento da **práctica de campo**, os alumnos desprazaranse ata espazo da Selva Negra no Monte Pedroso de Santiago de Compostela, próximo á Facultade de Bioloxía da USC. Alí dividiranse en grupos (3-5 persoas) e recolleran os datos de campo necesarios para despois realizar as tarefas presentadas na materia.

Os **seminarios** dedicaranse á exposición dos métodos básicos de obtención e análise de datos ecolóxicos a nivel de poboacións, así como á resolución, por parte do alumno, de cuestións e problemas relativos as prácticas de campo realizadas.

Nas **prácticas de ordenador** farase unha introdución dos conceptos tratados na UD sobre os que posteriormente se traballará empregando unha folla de cálculo para a resolución de exercicios.

Nas **prácticas de laboratorio** abordarase o manexo dos métodos de laboratorio que permitan familiarizarse coa forma de traballo habitual na materia. Os guións facilitados ó comezo das prácticas inclúen a información necesaria para poder seguir de forma ordenada e clara o desenvolvemento do experimento proposto para así visualizar mellor os conceptos explicados anteriormente.

CONTIDOS

1. Densidade poboacional

1.1. Definición

Número de organismos por unidade de área ou por unidade de volume.

1.2. Conceptos relacionados

Abundancia, denso-dependencia, factores de mortalidade, regulación poboacional.

1.3. Xustificación

A densidade poboacional é una das variables centrais no estudo dos parámetros poboacionais e as técnicas demográficas. É resultante dos cambios na abundancia producidos polos nacementos, as inmigracións, as mortes e as emigracións.

1.4. Desenvolvemento

A pesar da sinxeleza da súa definición, os problemas na súa estima poden provir da existencia de organismos modulares (vs. organismos unitarios) como moitas plantas herbáceas e árbores, que poden atoparse unidas por conexións subterráneas, constituíndo entidades clónicas a pesar de parecer plantas illadas na o superficie. Moitos animais como os corais, hidrozoos e briozoos son tamén modulares. Estes organismos estarán constituídos por un número variable de módulos. Nestes casos a solución será tomar decisións arbitrarias (p.e. empregar o

número de pés dunha especie arbórea como unidade de medida na que se basea a estimación da densidade) ou directamente estimando a biomasa en lugar do número de individuos. A medida da densidade pode ser absoluta (*p.e.* número de individuos por m²) ou densidade relativa (ao comparar áreas do mesmo tamaño). As medidas de **densidade absoluta** realizaranse mediante dúas aproximacións: i) Censos ou cálculos totais. É posible unicamente en organismos sésiles (*p.e.* plantas, rotíferos ou algúns invertebrados do intermareal como os percebes, os mexillóns, et.) e raramente en grandes vertebrados que posúan unha elevada territorialidade, que se agrupen en zonas de crías ou sexan de gran tamaño e ocupen grandes zonas abertas. ii) Métodos de mostraxe (con unidades de mostra), contando unha pequena parte da poboación e usándoa para estimar o total. Empregaranse cadrados de mostraxe ou métodos de captura e recaptura. Un problema engadido a estimar a densidade absoluta é a conveniencia de realizar unha corrección da superficie estudada pola pendente, para expresar os resultados obtidos por unidade de superficie proxectada. Para as medidas de **densidade relativa**, empregaranse variables que sexan relativamente constantes pero que non teñan unha relación coñecida co tamaño poboacional. Obteranse índices de abundancia como poden ser os resultados dos trampeos, o número de rastros (feces, pegadas, etc.), etc. Finalmente pódese definir a densidade ecolóxica como o número de individuos por unidade de hábitat (espazo dispoñible).

2. Patróns espaciais

2.1 Definición

Distribución da localización espacial, a pequena escala, dos individuos en poboacións sésiles.

2.2. Conceptos relacionados

Heteroxeneidade ambiental, Competencia, Depredación, Reprodución asexual.

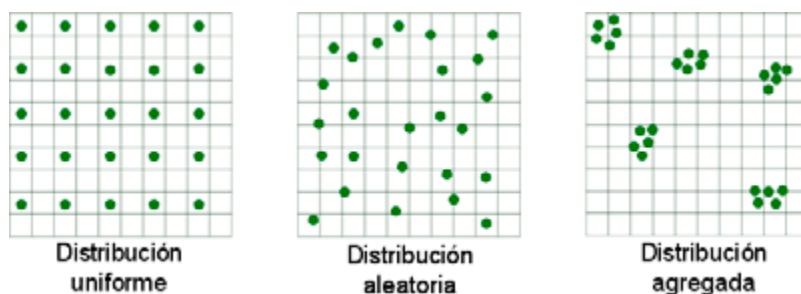
2.3. Xustificación

Os patróns espaciais son a consecuencia da descontinuidade de determinadas variables ambientais (que poden xerar zonas de agregación de individuos) e da existencia de interacción bióticas tales como: i) a competencia intra e inter-específica, que mediante a apropiación do espazo para o seu uso exclusivo xerará distribucións regulares; e ii) a depredación, que de acordo co modelo de Janzen- Connell (Janzen, 1970; Connell, 1971) xera igualmente estruturas regulares (os patóxenos poderán actuar da mesma forma). A reprodución asexual (mediante “porbaixa” ou xeración de “ramets”) ou sexual (aumento de densidade de sementes en determinadas áreas) poderán xerar distribucións agrupadas dos individuos dunha determinada especie.

2.4. Desenvolvemento

Obsérvanse tres tipos de distribucións: aleatoria, uniforme (ou regular) e en grupos (agregados ou “clúster”). Como distribución aleatoria entendemos aquela en a que os individuos dunha poboación teñen a mesma probabilidade de ocupar calquera posición no espazo (os individuos ignóranse). Nunha distribución regular, os individuos aparecerán uniformemente espazados (os individuos repélense entre si). Finalmente, nunha distribución en grupos, os individuos teñen maiores probabilidades en localizarse preto doutros individuos (os individuos atráense entre si).

Figura 3. Distribucións espaciais das poboacións



Unha forma sinxela de abordar a descrición da distribución espacial é a través dun índice de dispersión (Southwood, 1978): s^2/x (onde s^2 é a varianza do valor para cada cuadrícula e x a súa media). Se os valores se aproximan a 1, considérase a estrutura espacial aleatoria, valores próximos a 0 indican unha estrutura espacial uniforme, mentres que os valores maiores a 1 interprétanse con distribucións agregadas.

3. Estrutura de idades

3.1. Definición

É a cantidade ou proporción de individuos que hai en cada unha das diferentes clases de idade dunha poboación.

3.2. Conceptos relacionados

Estima da idade dun organismo, Clases de idade, Diámetro a altura do peito (DBH), Individuo dominante, Estrutura vertical.

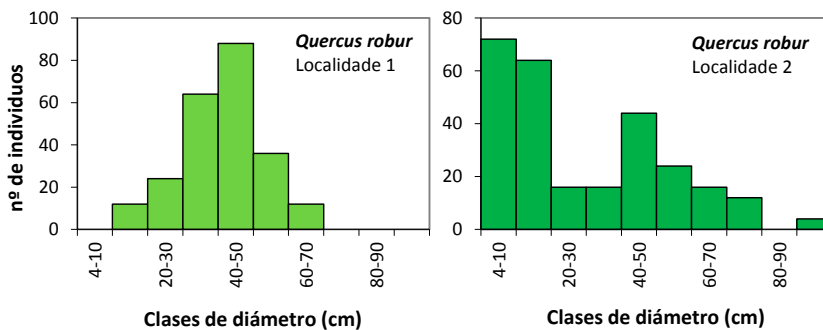
3.3. Xustificación

O coñecemento da densidade dunha poboación, ou da súa estrutura espacial, non proporciona información sobre as características dos individuos que a compoñen. Dentro da poboación os individuos poden ser diferentes uns doutros, por exemplo, respecto ás súas idades. No caso das plantas é difícil determinala polo que debe estimarse indirectamente empregando algunha medida indicadora (*p.e.* o diámetro).

3.4. Desenvolvemento

Cando se usa o diámetro dunha árbore como indicador da súa idade asúmese que este aumenta coa súa idade, é dicir, a maior diámetro máis vello será. Nunha mesma especie a distribución de diámetros pode variar en función de onde está localizada a poboación, tal e como mostran os gráficos seguintes.

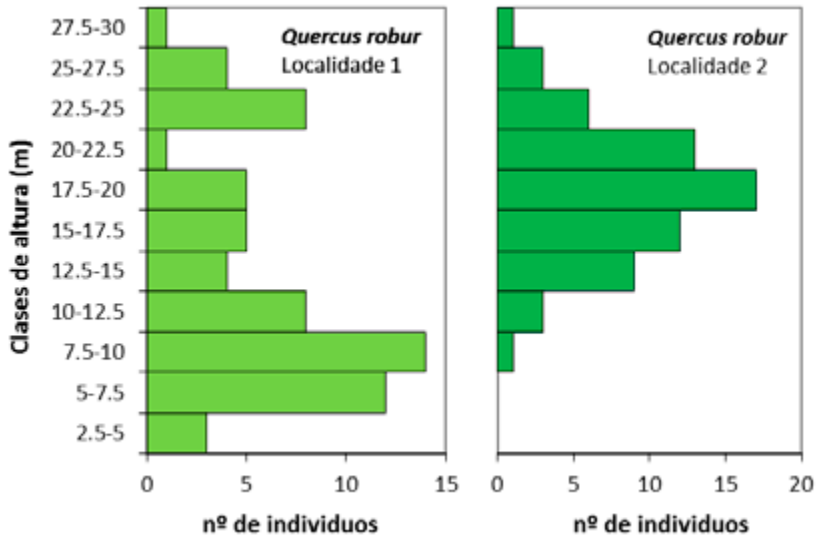
Figura 4. Distribución de diámetros de dúas poboacións de *Quercus robur*



Con todo, é coñecido que a relación directa entre a idade e o diámetro dunha árbore só pode aplicarse a individuos que sexan dominantes dentro da poboación, de modo que é posible que nela existan individuos da mesma idade que o individuo dominante pero que presenten un diámetro moito menor.

Por outra banda, é posible empregar outras medidas indicadoras sinxelas para obter máis información da poboación estudada. Por exemplo, a altura das árbores permítenos coñecer como e a estrutura vertical dun bosque que é un factor de grande importancia pois determinará a cantidade de radiación que pode chegar ao solo. Na seguinte figura móstrase a diferente estrutura vertical de dúas poboación de *Q. robur*.

Figura 5. Distribución de alturas de dúas poboacións de *Quercus robur*



4. Táboas de vida

4.1. Definición

Descrición da estrutura demográfica das poboacións en base aos valores de mortalidade, supervivencia e esperanza de vida asociados con cada clase de idade ou estado de desenvolvemento.

4.2. Conceptos relacionados

Estrutura de idade, Curva de Supervivencia, Matriz de Leslie.

4.3. Xustificación

As táboas de vida son resumos dos patróns de supervivencia dunha poboación específicos para cada idade. A súa importancia reside no feito de que pode responder cuestións tan importantes para unha poboación como: é alta a mortalidade entre os xuvenís? é maior a taxa de mortalidade dos adultos que a dos mozos?

4.4 Desenvolvemento

Existen tres tipos básicos de táboas de vida:

- DINÁMICA: rexístrase o destino dun grupo de individuos, todos nados dentro dun mesmo curto período de tempo, dende o nacemento ata a morte. (*p.e.* para os individuos nados en 1953).
- COMPOSTA: considérase unha cohorte a distintos organismos nados en distintos períodos de tempo en vez de nun mesmo momento. (*p.e.* para os organismos nados nos anos 70).
- ESTÁTICA (ou específica no tempo): constrúese recollendo mostras da poboación de forma que se coñeza a distribución de clases de idade nun único período de tempo. A mostraxe de cada clase de idade faise de xeito proporcional a súa representatividade numérica dentro da poboación e que as taxas de nacemento e mortalidade son constantes. Son as máis comúns.

Figura 6

Táboa de vida estática do esquío gris <i>Scirius carolinensis</i>				
x	n_x	l_x	d_x	q_x
0	530	1,0	371	0,7
1	159	0,3	79	0,5
2	80	0,15	32	0,4
3	48	0,09	27	0,5
4	21	0,04	16	0,75
5	5	0,01	5	1,0

Exemplo de táboa de vida estática de animais. x : idade; n_x : número de superviventes ó comenza o intervalo de idade x ; l_x : proporción de individuos: proporción de individuos superviventes ao comenza o intervalo de idade x ; d_x : número de mortes durante o intervalo de idade de x a $x+1$; q_x : taxa de mortalidade durante o intervalo de idade de x a $x+1$. (Fonte: Ecology, Smith & Smith, 2008)

Á hora de construír as táboas de vida de determinados organismos podémos atopar con algúns problemas. Por exemplo nos vertebrados, debido á longa vida dos animais, as xeracións pódense solapar e reproducirse á vez. Nos insectos podemos encontrarnos que todos os individuos se inclúen na mesma clase de idade xa que o seu ciclo de vida está dentro dunha única estación de cría. Nos vexetais moitas veces resulta difícil e determinar a súa idade ou incluso identificalos, noutros casos a mortalidade duns pode estimular o crecemento dos que sobreviven aumentando biomasa ou as plántulas representar moi pouca biomasa.

Figura 7

Táboa de vida estática do carballo común <i>Quercus robur</i>								
Clase	Idade (x)	n_x	l_x	d_x	q_x	L_x	T_x	e_x
1	<4	5876	1,000	5858	0,997	0,502	0,512	0,512
2	4-10	18	0,003	2	0,111	0,003	0,010	3,278
3	10-20	16	0,003	12	0,750	0,002	0,007	2,625
4	20-30	4	0,001	0	0,000	0,001	0,005	8,000
5	30-40	4	0,001	-7	-1,750	0,001	0,005	7,000
6	40-50	11	0,002	5	0,455	0,001	0,003	1,864
7	50-60	6	0,001	2	0,333	0,001	0,002	2,000
8	60-70	4	0,001	1	0,250	0,001	0,001	1,750
9	70-80	3	0,001	3	1,000	0,000	0,001	1,167
10	80-90	0	0,000	-1		0,000	0,000	
11	90-100	1	0,000	1	1,000	0,000	0,000	1,500
12	100-110	0	0,000	-1		0,000	0,000	
13	110-120	1	0,000	1	1,000	0,000	0,000	0,500
14	120-130	0	0,000	0		0,000	0,000	

Táboa de vida estática do poboación de carballo *Quercus robur da Selva Negra (Santiago de Compostela)* construída con datos das prácticas de campo realizadas na materia de Ecoloxía I en curso anteriores.

x : neste caso a idade equivale o diámetro á altura do peito da árbore; n_x : número de individuos superviventes que teñen ese diámetro; l_x : proporción de individuos superviventes ao comezar o intervalo de idade x ; d_x : número de mortes durante o intervalo de idade de x a $x+1$; q_x : taxa de mortalidade durante o intervalo de idade de x a $x+1$; L_x : vida media de todos os individuos; T_x : tempo que lles queda por vivir os individuos dende a idade x en adiante. e_x : esperanza media de vida para os organismos vivos ao comezo da idade x .

5. Curvas de supervivencia

5.1. Definición

É a representación gráfica da probabilidade de supervivencia dun individuo (poboación) ao longo dun período de tempo.

5.2. Conceptos relacionados

Mortalidade, Esperanza de vida.

5.3. Xustificación

Ao coñecer a probabilidade que ten un determinado individuo cando nace de alcanzar determinada idade, obtés unha “imaxe instantánea” da poboación en cuestión. De este xeito, podes predicir como crecerá ou diminuírá a poboación no futuro o que é particularmente importante no caso de especies que se encontran en perigo de extinción, especies vulnerábeis, para establecer plans de recuperación de especies, etc.

5.4. Desenvolvemento

Existen tres tipos ideais de curvas de supervivencia:

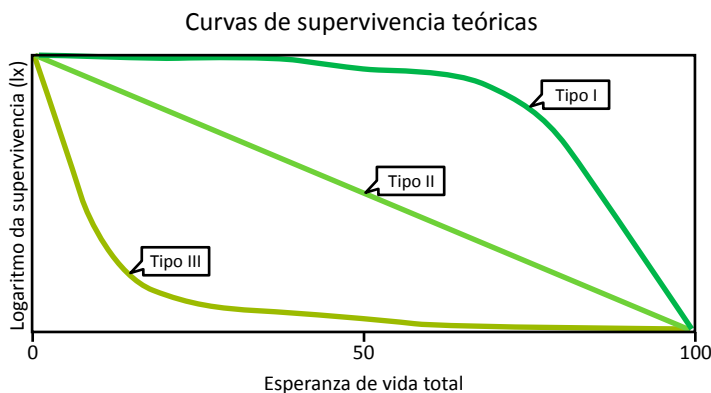
Tipo I: convexa, mortalidade débil durante a maior parte da vida que aumenta na senescencia a medida que se acerca ó límite de idade. A supervivencia dos xuvenís

é alta. Viven ata ó final da súa esperanza de vida fisiolóxica. Típica do ser humano, outros mamíferos e algúns vexetais.

Tipo II: Taxa de mortalidade constante (independente da idade) ao longo da vida. Típica de aves adultas, roedores, réptiles e moitas plantas perennes.

Tipo III: cóncava, con taxa de mortalidade infantil moi elevada, que despois tende a ser moi baixa. Típica de peixes e de moitos invertebrados.

Figura 8. Tipos de curvas de supervivencia ideais



ACTIVIDADES PROPOSTAS

Desenvolverase a seguinte actividade práctica no campo:

A práctica terá lugar na Selva Negra no Monte Pedroso (Santiago de Compostela) onde se establecerán parcelas permanentes con unhas dimensións de 50 x 50 m. Para facilitar o traballo a parcela dividirase en 25 sectores de 5 x 25 m. Os alumnos dividiranse en grupos de 3-5 membros, aos que lles corresponderán 1 sector. A primeira tarefa será o replantamento dos sectores no marco da parcela establecida. En cada sector identificaranse todos os individuos de diámetro á altura do peito ou (DBH nas súas siglas inglesas, i.e. diameter at breast height) > 4 cm (a estas árbores denominarémolos pés maiores estas árbores xa están marcados co seu correspondente IDE mediante unha chapa de aluminio troquelada co devandito número), dos que se determinará a súa posición, a súa especie (consultar ANEXO III, cunha lista das especies arbóreas da Selva Negra), a súa DBH e a súa altura. Ademais, para cada un destes individuos de DBH > 4 cm contarase o número dos individuos con DBH < 4 cm correspondentes a cada especie que se atopen baixo a súa proxección ortogonal. Todos estes datos incluíranse na folla de toma de datos (Anexo I) . Nas apartado anotacións deberanse de incluír observacións sobre o estado da árbore, sobre se é parte xunto con outros pés dunha mesma cepa, etc. As medidas e anotacións a tomar detallaranse a continuación e será necesario posicionar gráficamente os pés maiores nun esbozo na cara posterior da folla toma de datos.

1. Medición do diámetro normal das árbores

A medición do DBH realízase a 130 cm (Táboa 1 Anexo II), mediante:

- **Forcípula ou calibrador.** Trátase dun calibre que pode alcanzar grandes dimensións (*i.e.* 120 centímetros). Do mesmo xeito que un calibre consta de dous brazos, un deles móbil, que se despraza sobre unha regra perpendicular aos mesmos. Para realizar a medición, a forcípula sitúase perpendicular ao eixo do tronco, e posteriormente desprázase o brazo móbil ata que devandito tronco queda aprisionado polos brazos (sen comprimir a cortiza), procedendo a realizar a lectura. Dado que as árbores raramente teñen unha sección perfectamente circular, procederemos a promediar dúas lecturas perpendiculares correspondentes aproximadamente ao seu maior e menor eixo.
- **Cinta Pi.** Trátase dunha cinta metálica ou de fibra de vidro (o material nunca pode ser elástico) cuxa gradación corresponde á medida expresada en cm e multiplicada por π (por tanto divide entre π o perímetro da árbore), devolvéndonos o DBH en cm do tronco medido (perímetro á altura do peito = DBH * π). As cintas no envés teñen unha gradación estándar (coidado con non confundilas). No momento da medición a cinta sitúase, en todo o contorno do tronco, perpendicular ao seu eixo principal (comprobar que non estea torcida). Nada debe evitar o contacto directo entre a cinta e o tronco que se vai medir.

Para axudar a medir a altura de 1.3 m empregárase un “T” de madeira coa lonxitude do eixo maior de dita medida. Existen excepcións a esta altura de medición en determinadas circunstancias que se mostran na Táboa 1 do Anexo I. A medida será tomada unicamente nos pés maiores (definidos como DBH > 4 cm). A precisión da medida do tronco será de 1 mm.

2. Medición da altura das árbores

A medición da altura das árbores realízase mediante:

- **Pértegas telescópicas.** Empregárase unha pértega con individuos que non superen os 15 metros de altura. Situarémonos na vertical do punto máis alto da árbore. Outra persoa afastarase e daranos as indicacións para que alonguemos a pértega ata chegar ao ápice da árbore. Nese momento realizaremos a medida. A precisión da medida será de 1 cm.
- **Hipsómetro.** Empregáranse tres tipos de hipsómetros: Blume- Leiss, Silva e Nikon. Os hipsómetros mediante cálculos trigonométricos permitirannos coñecer a altura das árbores.

Cando usemos o hipsómetro Blume- Leiss (modelos BL6, BL7 ou BL8) dependendo da altura da árbore situarémonos a 15, 20, 30 ou 40 m de distancia (a maior altura da árbore maior distancia, debendo ser esta distancia similar á altura da árbore). Esta distancia establecerase mediante: i) cinta métrica; ii) sensor láser; ou iii) visor dióptrico (ver máis abaixo). A medición realízase mediante un péndulo que se detén ao soltar un gatillo (botóns fixadores-liberadores). Emprégase o ollo dominante

para observar pola mirilla (ou liña de puntería). Se tes algún tipo de estrabismo a medida podería ser deficiente, pero existen trucos para corríxila. Mírase con ambos os ollos. O gatillo libérase cando a roda solidaria (unida á agulla do péndulo) detense. Obsérvase a copa da árbore e a base da árbore. A precisión da medida será de 0,5 metros. Os resultados súmanse se o observador está ladeira arriba respecto á árbore (distinto signo) e réstanse se o observador está ladeira abaixo (mesmo signo). O BL6 canta con 2 gatillos que se empregarán para a base e a altura máxima da árbore.

Os modelos BL6 e BL8 contan cun visor dióptrico que nos posibilita situarnos a unha distancia de escala da árbore. Lánzase unha visual a través do visor dióptrico a unha mira nunha árbore e obtense unha dobre imaxe. Cando a separación dos dous puntos da imaxe é de 45 cm, acharémonos a 15 m (e de forma análoga: 60 cm para 20 m, 90 cm para 30 m e 120 cm para 40 m).

Unha vez determinada a altura determinaremos a pendente para aplicar o coeficiente de corrección. Para iso soltaremos o gatillo apuntando á altura dos nosos ollos na base da árbore. Comprobamos que a medición do ángulo realízase na escala adecuada. Seguidamente, comprobaremos na táboa situada no lateral do instrumento (na parte superior) cal é o coeficiente k correspondente ao devandito ángulo para realizar a corrección de pendente. Unha vez coñezamos o valor deste coeficiente de corrección k , aplicaremos a seguinte fórmula $h' = h - hk$, onde h' é a altura real e h a altura medida.

En referencia ao hipsómetro Forest Prol de Nikon, tras acender o aparello no botón “power”, o botón de “mode” presiónase 5 veces ata o modo de separación vertical (altura entre dous puntos $Hgt + Hgt2$) no que veremos polo visor as letras Hgt parpadear. Posteriormente centrar no visor a cúspide da árbore e presionar o botón “power”, veremos pestanexa $Hgt2$ e no visor lateral a lectura do ángulo e a distancia. Posteriormente centraremos no visor a base da árbore e presionar o botón “power”; no visor lateral poderemos observar as lecturas dos ángulos e as distancias e a altura da árbore.

Respecto ao uso do hipsómetro Silva, o seu funcionamento é similar, aínda que só obteremos o ángulo formado a unha determinada distancia coa cúspide da árbore (lembrede medir a distancia desde o observador á vertical da cúspide da árbore). Teremos en conta deixar a xanela lateral á nosa esquerda. Cos dous ollos abertos, e as mesmas indicacións que o apuntado anteriormente, aliñaremos a liña de medición co punto máis alto da árbore para medir. Anotaremos a medida da esquerda que expresa o ángulo en graos. Posteriormente realizaremos os cálculos ($h = \text{distancia á base da árbore} * \tan\alpha$, onde α é o ángulo medido). Lembrede, realizar medicións á base da árbore, á altura da medición do observador sobre a árbore e a altura da cúspide, para poder calcular posteriormente a altura da árbore. A medida será tomada unicamente nos pés maiores (definidos como $DBH > 4$ cm).

3. Determinación da posición das árbores

A determinación da posición das árbores realízase mediante a adquisición das coordenadas polares das árbores. Definiremos a posición de cada árbore mediante

unha distancia e un ángulo (sistema bidimensional). A partir dun punto determinado (polo) determinaremos un segmento como eixo polar desde esta orixe e a posición da árbore. A lonxitude do segmento adquirese mediante unha cinta métrica ou un medidor laser (dispoñeredes dun Hilti PD42 Kit ; tamén poderedes usar o hipsometreo Frestry Prol de Nikon na modo “ Act”). A precisión será de 1 cm. Do mesmo xeito tomaredes a medida do ángulo que devandito segmento forma co norte mediante o emprego de diferentes tipos de compases con visores (Suunto KB-14/360 R OPTI COMPASS -e Topochaix Mod. Universal). A precisión será de 0,5 graos. Empregade o aro que está etiquetaxe cos números de maior tamaño. Lembrede mantede os dous ollos abertos e mirar a través do visor co voso ollo dominante. Posteriormente poderemos pasar de coordenadas polares a coordenadas cartesianas (rectangulares) e realizar unha rotación das mesmas. A medida será tomada unicamente nos pés maiores (definidos como DBH > 4 cm).

4. Cálculo de pés menores

Considéranse pés menores os que non alcanzan 4 cm de DBH incluíndo ás plántulas. O cálculo de pés menores realizarase debaixo da proxección vertical de cada árbore medida, aínda que esta exceda os límites da parcela de traballo. Anotarase o número de pés menores por especie.

AVALIACIÓN

Os contidos teóricos-prácticos desta unidade serán avaliados xunto cos das outras unidades didácticas nun **exame final** ao remate da materia que valerá 10 puntos repartidos da seguinte maneira:

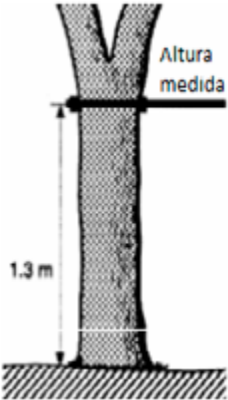
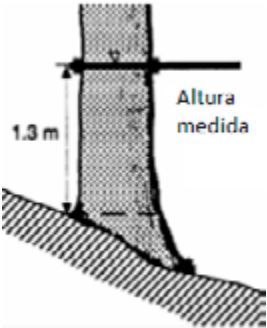
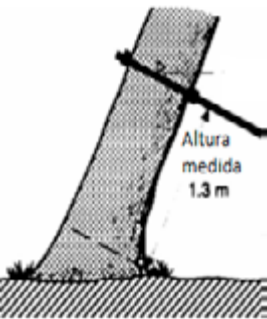
- Leccións expositivas de cada unha das unidades didácticas = 6 puntos
- Seminarios = 1,5 puntos
- Cuestionarios realizados nas prácticas de ordenador = 1,25 puntos
- Prácticas de laboratorio e campo = 1,25 puntos

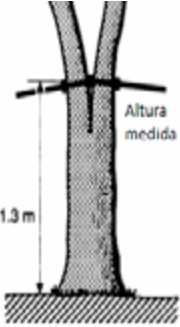
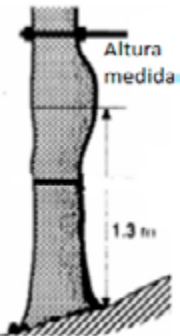
Este exame final consistirá en varios tipos de preguntas escritas: preguntas curtas con espazo limitado, preguntas con respostas gráficas, preguntas de verdadeiro/falso, resolución de problemas, tema a desenvolver, etc. O alumno disporá dun tempo limitado para contestar pero suficiente para razoar con calma as respostas e para realizar os cálculos necesarios na resolución dous problemas. As respostas erróneas poderán repercutir negativamente na nota final.

A asistencia as prácticas de laboratorio, campo e ordenador, e un requisito obrigatorio para aprobar a materia, mais non se puntúa. O control de asistencia farase mediante folla de firmas ou listaxe. Poderase solicitar ao alumno que presente os datos obtidos en traballos prácticos (Exemplo de cuestionario das prácticas de campo **Anexo IV**).

Anexo II

Táboa 1. Altura da medida do Diámetro normal das árbores ou do DBH ou diámetro á altura do peito - Dap - de forma xeral e en presenza de condicións excepcionais (ilustracións modificadas de Martínez Chamorro et al., 2012).

CAUSA	MEDIDA	ILUSTRACIÓN
En ausencia de excepcións	Altura de 1,3 m.	
O terreo está inclinado	A altura de 1,3 m medirase na parte superior da pendente.	
A árbore está inclinada	A altura de 1,3 m medirase na parte do ángulo agudo formado entre a árbore e o terreo.	

CAUSA	MEDIDA	ILUSTRACIÓN
<p>A árbore está bifurcada</p>	<p>Se a altura da bifurcación se acha entre 0,3 e 1,3 m considéranse árbores independentes e mídense como no primeiro caso desta táboa. Se a altura da bifurcación comeza a 1,3 m ou por encima, mídense á devandita altura ou xusto por baixo da protuberancia da bifurcación.</p>	
<p>O tronco é irregular.</p>	<p>Cando haxa protuberancias, ou ramas á altura estándar de medición, a altura de medición establececese xusto por encima de onde a forma irregular afecte ao tronco.</p>	

Anexo III

Lista de especies de árbores que se poden atopar na Selva Negra:

1. *Arbutus unedo*
2. *Castanea sativa*
3. *Fagus sylvatica*
4. *Frangula alnus*
5. *Ilex aquifolium*
6. *Junglas regia*
7. *Laurus nobilis*
8. *Pyrus communis*
9. *Quercus robur*
10. *Quercus suber*
11. *Salix atrocinerea*

Para máis información sobre elas consultar Guía das Árbores de Galicia (Baía Edicións, 2006) que se pode atopar na Biblioteca de Bioloxía da USC coa signatura: A VB 1996, e na Biblioteca Xeral da USC coa signatura GA 39868.

Anexo IV

Exemplo de cuestionario a completar a partir dos datos recollidos na práctica de campo:

Poboacións

1. Acha a densidade de cada unha das poboacións e para o bosque. Expressa a densidade en pés ha-1.
2. Acha a distribución espacial de cada unha das poboacións. Emprega o Índice de Dispersión: $\lambda = s^2/x$ (se $\lambda = 1 \rightarrow$ Azar; se $\lambda > 1 \rightarrow$ Contaxiosa; se $\lambda < 1 \rightarrow$ Regular ou Uniforme) Que conclusións podes extraer respecto a as interaccións bióticas?
3. Caracteriza a estrutura de idade das especies estudadas. Establece as seguintes clases de DBH (relacionado coa idade) < 4; 4-10, 10-20; 20-30; ...; 110-120 cm. Representa as clases nun gráfico de barras. Que forma ten a pirámide poboacional?

Crecedemento poboacional

4. Constrúe unha táboa de vida estática para *Quercus robur*. Representa a curva de supervivencia. A que tipo de curva de supervivencia pertence esta especie neste bosque? É alta a esperanza de vida das plántulas de *Quercus robur*?

BIBLIOGRAFÍA

- ABOAL J.R., ARÉVALO, J.R., and FERNÁNDEZ, A. 2005. Allometric relationships of different tree species and stand above ground biomass in the Gomera laurel forest (Canary Islands). *Flora* 200:264-274.
- ANDERSON D.R. 2003 Index values rarely constitute a reliable information. *Wildlife Society Bulletin* 31:288-291.
- DIÉGUEZ-ARANDA U., ROJO ALBORECA, A., CASTEDO-DORADO, F., ÁLVAREZ GONZÁLEZ, J.G., BARRIO-ANTA, M., CRECENTE-CAMPO, F., GONZÁLEZ GONZÁLEZ, J.M., PÉREZ-CRUZADO, C., RODRÍGUEZ SOALLEIRO, R., LÓPEZ-SÁNCHEZ, C.A., BALBOA-MURIAS, M.A., GORGOSO VARELA, J.J., SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, F. 2009. Herramientas selvícolas para la gestión forestal sostenible en Galicia. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- GREGORI, P. & MATEU, J. 2002. Spatial Point Processes: An Overview. *Spatial Statistics Through Applications*, 41-65. J. Mateu & F. Montes (Eds.). WITPress, Southampton, UK.
- HORN H.S. 1975. Markovian properties of forest succession. In: Cody, M. L.; Diamond, J. M. (Editors). *Ecology and evolution of communities*. pp 196-211. Belknap Press, Cambridge Mass. and London.
- HORN H.S. 1976. Succession. In: May, R.M. (Editor). *Theoretical Ecology: Principles and Applications*. Pp 187-204. Blackwell Scientific Publishers. Oxford.

- KREBS C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Menlo Park, CA: Addison Wensley Longman Inc. 620pp.
- MARTÍNEZ CHAMORRO E., ORTIZ TORRES, L., GONZÁLEZ DOMÍNGUEZ, M.C., DOPAZO AMOEDO, R., VEIGA NIEVA, D.J. 2012. *Manual para a cubicación, taxación e venda de madeira en pé e biomasa forestal*. Universidade de Vigo. Vigo.
- MOLLES, M.C. JR. 2006. *Ecología, conceptos y aplicaciones*, 3ª ed. McGraw-Hil. Interamericana, Madrid.
- POLLOCK K.H., Nichols, J.D., Brownie, C. & Hines J.E. 1990. *Statistical inference for capture-recapture experiments*. *Wildlife Monographs* 107:1-97.
- SMITH T.M., and SMITH, R.L., 2007. *Ecology*, 6ª ed. Pearson Education.
- TOWNSEND, C.R., BEGON, M. AND HARPER, J.L. 2008. *Essentials of Ecology*, 3ª ed. Blackwell Publishing, Malden.



Unha colección orientada a editar materiais docentes de calidade e pensada para apoiar o traballo do profesorado e do alumnado de todas as materias e titulacións da universidade

unidadesdidácticas
UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA