

BOLETÍN DE ECOLOGÍA V

SOLUCIONES

www.precege.com

precege
oposiciones de biología



SOLUCIONES BOLETÍN DE ECOLOGÍA V

SOLUCIÓN EJERCICIO 1

Datos:

$$PN = 250 \text{ gC/km}^2 \text{ año}$$

$$\text{Eficiencia de consumo} = 0.4$$

$$\text{Eficiencia de asimilación} = 0.3$$

$$\text{Eficiencia neta de producción} = 0.7$$

1º Forma de resolverlo

Eficacia ecológica (EE) = Eficiencia de Consumo x Eficiencia de Asimilación x Eficiencia Neta de Producción

$$E.E = 0,4 \times 0,3 \times 0,7 = 0,084$$

Eficacia ecológica (EE) = 8.4%

$$\text{Eficacia ecológica neta} = \frac{PN_n}{PN_{\text{nivel anterior (n-1)}}} \times 100$$

$$8,4 = \frac{PN_n}{250 \text{ gC/km}^2 \times \text{año}} \times 100$$

$$PN = 21 \text{ gC/km}^2 \times \text{año}$$

2º Forma

$$\text{Eficiencia de consumo} = \frac{E \text{ ingerida}}{E \text{ disponible en el nivel anterior (PN)}}$$

$$= \frac{E \text{ ingerida}}{PN_{n-1}} \times 100$$

$$0,4 = \frac{E \text{ ingerida}}{250 \text{ gC}/\text{km}^2 \times \text{año}}$$

$$E \text{ ingerida} = 100 \text{ gC}/\text{km}^2 \times \text{año}$$

$$\text{Eficiencia de asimilación} = \frac{E \text{ asimilada}}{E \text{ ingerida}}$$

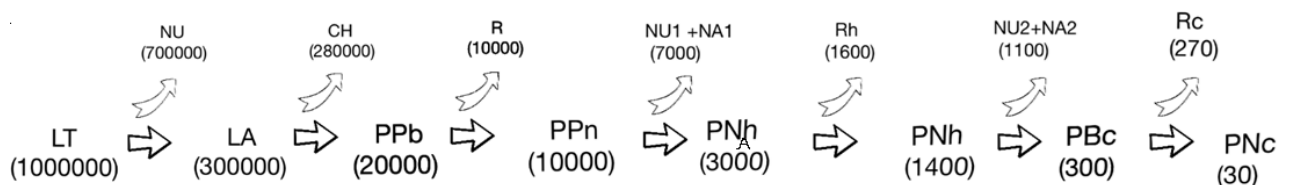
$$0,3 = \frac{E \text{ asimilada}}{100 \text{ gC}/\text{km}^2 \times \text{año}} = 30 \text{ gC}/\text{km}^2 \times \text{año}$$

$$\text{Eficiencia de producción neta} = \frac{PN}{E \text{ asimilada}}$$

$$0,7 = \frac{PN}{30 \text{ gC}/\text{km}^2 \times \text{año}}$$

$$PN = 21 \text{ gC}/\text{km}^2 \times \text{año}$$

SOLUCIÓN EJERCICIO 2



a)

Leyenda

LT: radiación total recibida por el sistema: **1.000.000**

NU: energía no utilizada (luz reflejada por productores y el resto residuos orgánicos): $1.000.000 - 300.000 = \mathbf{700.000}$

LA: radiación solar absorbida por las plantas: **300.000**

CH: energía disipada en forma de calor: $300.000 - 20.000 = \mathbf{280.000}$

PPb: producción primaria bruta (la de las **plantas**): **20.000**

R: respiración de las **plantas**: $20.000 - 10.000 \text{ (PPn)} = \mathbf{10.000}$

PPn: producción primaria **neta**. Es la energía o biomasa que las plantas (u otros organismos fotosintéticos) producen a través de la fotosíntesis, menos la energía que utilizan ellas mismas en la respiración celular. Es de las **plantas** y representa la energía que queda disponible para ser transferida a los siguientes niveles tróficos (como los herbívoros) en forma de alimento. $20.000 - 10.000 \text{ (R)} = \mathbf{10.000}$.

PN_{ah}: producción primaria neta asimilada por los hervíboros. Es la fracción de la PPN de las plantas que los herbívoros consumen y logran asimilar: **3000**. Esto significa que:

- **NU₁:** energía no utilizada hervíboros. No toda la PPN es consumida por los herbívoros (parte no es comida porque no es accesible, no es apetecible o es indigerible)

- **NA₁:** Energía eliminada como excrementos o desechos en hervíboros. De lo que los herbívoros consumen, una parte no es asimilada (por ejemplo, se excreta en forma de heces).

Por tanto, no toda la PPN de las plantas llega a los herbívoros, y no toda la comida consumida por ellos se convierte en energía útil.

R_h: respiración de los **hervíboros**: $3.000 - 1400 \text{ (PNh)} = \mathbf{1600}$

PN_h: producción neta de los **hervíboros**: $3000 - 1600 = \mathbf{1400}$

NU2: energía no utilizada carnívoros

NA2: Energía eliminada como excrementos o desechos en carnívoros

PPc: producción bruta **carnívoros:** 1400- 1100 (NU2 + NA2) = **300**

Rc: respiración de **carnívoros:** 300- 30 (PNc)= **270**

PNc= producción neta de carnívoros: 300 – 270 (Rc)= **30**

b) Luz reflejada, disipada en forma de calor.... (eso es temperatura)

c) Eficiencia de los productores. Parece que nos están preguntando las eficacias fotosintéticas, podríamos calcular la bruta o la neta. Nosotros vamos a hacerlo con la neta porque creemos que tiene más sentido, aunque no tenemos los resultados oficiales..

c1: con relación a la luz total incidente:

$$EFN = \frac{PPN}{LT} \times 100$$

$$EFN = \frac{10000}{1000000} \times 100 = 1\%$$

c2: luz realmente absorbida:

$$EFN = \frac{PPN}{LA} \times 100$$

$$EFN = \frac{10000}{300000} \times 100 = 3,33\%$$

d) Eficiencia de conversión:

$$E.E = \frac{PN \text{ nivel trófico}}{PN \text{ nivel trófico anterior}} \times 100$$

$$E.E = \frac{1400}{10000} \times 100 = 14\%$$

e)

$$E.E = \frac{30}{1400} \times 100 = 2,14\%$$

f)

R (respiración plantas)=**10000**

Rh (respiración hervíboros)=**1600**

Rc (respiración carnívoros)=**270**

g) Residuos orgánicos disponibles para el nivel de los descomponedores.

SOLUCIÓN EJERCICIO 3

a)

$$PN = PB - R$$

$$PN = 4800 - 1.215 = \mathbf{3.585 \text{ g/m}^3/\text{año}}$$

Se pueden utilizar varios métodos:

- Recolección y medida de biomasa al principio y al final del período.
- Medida de la tasa de incorporación de C inorgánico mediante estudios de ^{14}C .
- Medidas de CO_2 absorbido o bien de O_2 producido durante la fotosíntesis.

b) Producción secundaria neta = Producción secundaria bruta - Respiración

$$\text{PSN} = 1.600 - 294 = \mathbf{1.306 \text{ g/m}^3/\text{año}}$$

La ausencia de incremento de biomasa en el tiempo no implica necesariamente que no haya producción. Puede ocurrir que dicha biomasa no se acumule por procesos de pérdida.

c)

$$\text{Eficiencia de asimilación o de crecimiento bruta} = \frac{E_{\text{asimilada}}}{E_{\text{ingerida}}} \times 100$$

$$E \text{ bruta Fit} = \frac{1600}{4000} \times 100 = 40\%$$

$$E \text{ bruta depr} = \frac{130}{260} \times 100 = 50\%$$

El aumento de eficiencia en esta serie se debe al tipo de alimentos que ingieren dichos grupos que, al ser de mayor calidad en los niveles superiores, incrementa la producción y por tanto, la eficiencia de crecimiento en estos grupos.

d)

$$Eficacia ecológica neta = \frac{PN}{PN_{\text{nivel anterior}}} \times 100$$

$$PN \text{ dep} = 130 - 38,6 = 91,4 \text{ g/m}^3/\text{año}$$

$$PN \text{ fit} = 1600 - 294 = 1306 \text{ g/m}^3/\text{año}$$

$$Eficacia ecológica neta = \frac{91,4}{1306} \times 100 = 6,98\%$$

La regla del 10% dice que la energía disponible que pasa de un nivel trófico al siguiente viene a corresponder con dicha proporción, por lo que el número de niveles tróficos no puede ser muy alto, ya que cuanto más arriba esté un nivel trófico en la pirámide, la energía que obtendría sería proporcionalmente inferior.

e)

$$\text{Eficiencia de consumo} = \frac{E \text{ ingerida}}{E \text{ disponible en el nivel anterior (PN)}} \times 100$$

$$Eficiencia de consumo = \frac{260}{1306} \times 100 = 19,91\%$$

Hay una parte que se pierde como Materia Orgánica Disuelta (**MOD**). Dicha materia acaba reincorporándose al sistema biológico a través del bucle bacterias-flagelados-ciliados, lo que se conoce como (**bucle microbiano**)

SOLUCIÓN EJERCICIO 4

Este ejercicio se puede hacer de diferentes formas:

1ª FORMA

$$r = b - m$$

Donde,

r: *potencial biótico* o tasa instantánea de crecimiento per cápita o tasa intrínseca de crecimiento poblacional o tasa máxima de aumento per cápita (a veces llamada $r_{\max}$). Se mide en: **individuos/individuos/año.**

b: tasa de natalidad (nacimientos/total individuos)

m: tasa de mortalidad (muertes/total individuos)

$$b = \frac{24}{540} = 0,0444$$

$$m = \frac{10}{540} = 0,01852$$

$$r = 0,0444 - 0,01852 = \mathbf{0,2588 \text{ semana}^{-1}}$$

2ª FORMA

Datos

N= 540 individuos (población), n= 24 larvas (nacimientos),
m = 10 individuos (fallecimientos).

Planteamiento

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN; \text{ despejando; } r = \frac{\Delta N}{N \cdot \Delta t}$$

$$r = \frac{(24 - 10) \text{ indiv}}{540 \text{ indiv} \cdot 1 \text{ semana}} = 0,02592 \text{ semana}^{-1}.$$

Solución

La población tiene una tasa de crecimiento instantánea de:
 $2,59 \times 10^{-2} \text{ semana}^{-1}$

3ª FORMA

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

N₀: es el tamaño poblacional inicial en $t = 0$

e^r: se suele denominar tasa finita de incremento. Se define como la tasa de incremento por individuo y por unidad de tiempo (directamente el número de hijos por individuo y año)

$$N_t = (540 + 24) - 10 = 554.$$

$$554 = 540 \times e^{r \times 1 \text{ semana}}$$

$$1,0259 = e^r$$

$$\ln 1,0259 = r$$

$$r = 0,2588 \text{ semana}^{-1}$$

SOLUCIÓN EJERCICIO 5

En 1950 (t_0), 2520 millones habitantes

En 1955 ($t=5$), 2690 millones habitantes

a)

$$N_5 = N_0 e^{rt}$$

$$2690 = 2520 \times e^{r5}$$

$$1,0675 = e^{r5}$$

$$\ln 1,0675 = 5r$$

$$0,0653 = 5r$$

$$r = 0,013 \text{ individuo/individuo/año}$$

b)

$$N_{45} = 2520 \times e^{0,013 \times 45}$$

$$N_{45} = 2520 \times e^{0,585} = 4523 \text{ millones de habitantes}$$

SOLUCIÓN EJERCICIO 6

a) Hasta ahora habíamos hecho ejercicios de **crecimiento poblacional exponencial** aplicando la fórmula:

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

En este ejercicio introducen un término, **tasa de crecimiento intrínseca (λ)** visto en la teoría del boletín de Ecología III.

$$\lambda = e^r$$

Así que para estos ejercicios puedo aplicar la fórmula del **crecimiento poblacional geométrico**:

$$N_t = N_0 \lambda^t$$

a)

$$N_{2018} = \lambda^t \times N_{2009}$$

$$N_{2018} = 1,071773^{(2018-2009)} \times 100$$

$$N_{2018} = 1,071773^9 \times 100$$

$$N_{2018} = 1,866059 \times 100 \approx 187$$

b) Sé que:

$$\lambda = e^r$$

$$\lambda = 1,071773$$

$$1,071773 = e^r$$

Hago ln a ambos lados de la ecuación:

$$\ln 1,071773 = \ln e^r$$

$$\ln 1,071773 = r$$

$$r = 0,0693$$

Ahora me preguntan cuántos años hace falta para que se doble la población con respecto a la original (formada por 100):

$$200 = 100 \times e^{0,0693t}$$

$$2 = e^{0,0693t}$$

$$\ln 2 = \ln e^{0,0693t}$$

$$\ln 2 = 0,0693t$$

t= 10 años harán falta para que la población se duplique

SOLUCIÓN EJERCICIO 7

$$N_7 = N_0 + B + I - D - E$$

$$N_7 = 540 + 24 + 0 - 10 - 0 = 554$$

Primero voy a calcular **r**:

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$554 = 540 e^{r \times 7}$$

$$r = 0,00365$$

Ahora sé que:

$$\lambda = e^r$$

$$\lambda = e^{0,00365} = 1,003663$$

SOLUCIÓN EJERCICIO 8

Como nos dice que la población se duplica cada 50 años, dentro de 50 años habrá el doble de la que hay ahora en 2011 (N_0). Así que puedo escribir:

$$2N_0 = N_0 \times e^{rt}$$

Y tachar N_0 a ambos lados de la ecuación:

$$2N_0 = N_0 \times e^{rt}$$

$$2 = e^{r \times 50}$$

$$\ln 2 = \ln e^{r \times 50}$$

$$\ln 2 = r \times 50$$

$$r = 0,013826$$

Ahora ya puedo calcular los individuos que habrá en 2017:

$$N_{2017} = N_{2011} \times e^{0,01382 \times 6}$$

$$N_{2017} = 7000 \times 10^6 \times e^{0,01382 \times 6}$$

$$N_{2017} = 7,607 \times 10^9 \text{ individuos}$$

SOLUCIÓN EJERCICIO 9

$N_0 = 12$ individuos en 1929

$N_t = 117$ individuos en 1983, 54 años después.

$N_t = 10000$ individuos?

Primero vamos a calcular r :

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$117 = 12 \times e^{r \times 54}$$

$$9,75 = e^{r \times 54}$$

$$\ln 9,75 = \ln e^{r \times 54}$$

$$\ln 9,75 = r \times 54$$

$$r = 0,042$$

Ahora vamos a ver cuándo se alcanzarían los 10000 individuos:

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

$$10000 = 12 \times e^{0,042 \times t}$$

$$833,33 = e^{0,042 \times t}$$

$$\ln 833,33 = \ln e^{0,042 \times t}$$

$$\ln 833,33 = 0,042 \times t$$

$$t = 160 \text{ años}$$

Si partimos del año 1929 y le sumamos 160 años, en el **2089** se alcanzará dicha población de 100000 individuos.

SOLUCIÓN EJERCICIO 10

a) Modelo de Lotka–Volterra para competencia entre dos especies:

Para dos especies competidoras A y B, el modelo es:

$$\frac{dN_A}{dt} = r_A N_A \left(1 - \frac{N_A + \alpha_{AB} N_B}{K_A} \right)$$

$$\frac{dN_B}{dt} = r_B N_B \left(1 - \frac{N_B + \alpha_{BA} N_A}{K_B} \right)$$

Donde:

- N_A, N_B = tamaños poblacionales
- r_A, r_B = tasas intrínsecas de crecimiento
- K_A, K_B = capacidades de carga (tamaño máximo sin competidor)
- α_{AB} = coeficiente de competencia (efecto de B sobre A)
- α_{BA} = coeficiente de competencia (efecto de A sobre B)

Interpretación del coeficiente de competencia:

Si $\alpha_{AB} = 0.5$, un individuo de B “equivale” a medio individuo de A en cuanto a presión competitiva sobre A.

Vamos a interpretar que los tamaños poblacionales observados ($A \approx 100$; $B \approx 500$) corresponden a un **estado de equilibrio** del sistema competitivo de Lotka–Volterra, y que los coeficientes de competencia **son iguales y simétricos**:

$$\alpha_{AB} = \alpha_{BA} = 0.5$$

Un equilibrio ocurre cuando $dN_A/dt = 0$; esto ocurre cuando el paréntesis se hace cero:

$$\left(1 - \frac{N_A + \alpha_{AB} N_B}{K_A} \right) = 0$$

$$N_A + \alpha_{AB} N_B = K_A$$

Si despejamos N_A :

$$N_A = K_A - \alpha_{AB} N_B$$

De manera análoga:

$$N_B = K_B - \alpha_{BA} N_A$$

El enunciado indica que se ha observado un equilibrio con:

$$N_A = 100$$

$$N_B = 500$$

$$\alpha_{AB} = \alpha_{BA} = 0.5$$

Como ese punto está en equilibrio, debe satisfacer:

$$100 = K_A - 0.5 (500); \mathbf{K_A = 350}$$

$$500 = K_B - 0.5 (100); \mathbf{K_B = 550}$$

K_A y K_B representan los tamaños que A y B tendrían si estuvieran solas, en ausencia de competidores.

b) Para que dos especies puedan coexistir en el modelo de Lotka y Volterra tienen que cumplirse las siguientes desigualdades:

$$\frac{K_A}{\alpha_{AB}} > K_B \quad \text{y} \quad \frac{K_B}{\alpha_{BA}} > K_A$$

La coexistencia requiere que:

- La capacidad de carga de A, "ampliada" por el factor de competencia, **supere** la de B.
- La de B, "ampliada" del mismo modo, **supere** la de A.

Sustituyendo las ecuaciones numéricamente:

$$\frac{350}{0.5} = 700 > 550 \quad \text{y} \quad \frac{550}{0.5} = 1100 > 350$$

Ambas desigualdades se cumplen, por lo que el equilibrio de coexistencia es estable.

SOLUCIÓN EJERCICIO 11

a) Especies en t_0 : A y B especies colonizadoras tras una perturbación (primeras fases sucesión, estrategias "r", con baja biomasa por individuo y baja diversidad).

Especies en t_2 : C, D y E: En las fases más tempranas de una sucesión, las especies más abundantes son las denominadas oportunistas, que se reproducen a gran velocidad pero que poseen una escasa biomasa. En el proceso estas especies serán sustituidas por otras con menor tasa de reproducción y mayor biomasa.

En t_2 se observa el inicio de extinción de esta comunidad pionera y su sustitución por una segunda comunidad (proceso de extinción-colonización en sucesión ecológica) C, D, E, mejor adaptadas a nuevas condiciones ambientales (provocadas por la actuación de la comunidad pionera).

Se van sustituyendo las poblaciones A-B, por C, D, E ya individuos con mayor biomasa por individuo (menor número de individuos por población), y mayor diversidad (t_4 la más diversa).

b) Es un proceso de **sucesión ecológica secundaria**.

La sucesión secundaria es aquella que se establece sobre una ya existente que ha sido eliminada por una perturbación, sea por incendio, inundación, enfermedad, talas de bosques, cultivo, etc. En este caso, transcurrido un tiempo retorna a la serie primaria completa. Por tanto, toda sucesión primaria conduce y culmina en el clímax.

Un ejemplo clásico de sucesión secundaria es el de los campos de cultivo abandonados. En muchos de estos campos que no están excesivamente degradados, las primeras especies en aparecer son hierbas anuales con una gran capacidad de dispersión y un crecimiento muy rápido. Posteriormente se desarrolla una secuencia de especies herbáceas perennes, arbustos y árboles.

Estas especies crecen con mayor lentitud y suelen tener menor eficacia fotosintética, por lo que parece que nunca podrán desplazar a las invasoras iniciales. Sin embargo, las plantas tardías de la sucesión suelen ser más tolerantes a la sombra y requieren niveles más bajos de nutrientes para sobrevivir. Por lo tanto, acaban imponiéndose lentamente en la sucesión por sus habilidades competitivas.

c) Comunidad en *t₀* Comunidad pionera, la primera comunidad que se instala en el ecosistema.

Comunidad en ***t₃***: Comunidad que se encuentra en fase media de una sucesión. Las especies de los estados intermedios se conocen como **especies secundarias tempranas y secundarias tardías**

d) Hay que usar algún índice de diversidad.

En este ejercicio hay que calcular los índices para cada tiempo:

***t₀*:**

Especies	n_i	$P_i (n_i/N)$	$\ln p_i$
A	1345	0,73	-0,31
B	473	0,26	-1,345

$$H' = - [(0,73 \times -0,31) + (0,26 \times -1,345)] = \mathbf{0,56}$$

$$\lambda = 1 - (0,73^2 + 0,26^2) = \mathbf{0,4.}$$

Estos índices no se contradicen:

Por lo que, por ambos índices, este ecosistema en *t₀* es poco diverso. Ahora deberemos compararlos con los demás tiempos hasta que encontremos el más diverso.

t1:

Especies	ni	Pi (ni/N)	lnpi
A	1200	0,69	-0,37
B	520	0,3	-1,2

$$H' = - [(0,69 \times -0,37) + (0,3 \times -1,2)] = \mathbf{0,61}$$

$$\lambda = 1 - (0,69^2 + 0,3^2) = \mathbf{0,44.}$$

t2:

Especies	ni	Pi (ni/N)	lnpi
A	843	0,92	-0,08
B	60	0,065	-2,73
C	14	0,015	-4,20

$$H' = - [(0,92 \times -0,08) + (0,065 \times -2,73) + (0,015 \times -4,20)] = \mathbf{0,31}$$

$$\lambda = 1 - (0,92^2 + 0,065^2 + 0,015^2) = \mathbf{0,15}$$

t3:

Especies	ni	Pi (ni/N)	lnpi
A	2	0,025	-3,68
C	64	0,62	-0,19
D	12	0,15	-1,87

$$H' = - [(0,025 \times -3,68) + (0,62 \times -0,19) + (0,15 \times -1,87)] = \mathbf{0,52}$$

$$\lambda = 1 - (0,025^2 + 0,62^2 + 0,15^2) = \mathbf{0,31}$$

t4:

Especies	ni	Pi (ni/N)	lnpi
C	35	0,61	-0,49
D	18	0,31	-1,17
E	4	0,07	-2,65

$$H' = - [(0,61 \times -0,49) + (0,31 \times -1,17) + (0,07 \times -2,65)] = \mathbf{0,85}$$

$$\lambda = 1 - (0,61^2 + 0,31^2 + 0,07^2) = \mathbf{0,52}$$

CONCLUSIÓN:

El ecosistema más diverso en es **t4**

e) Exceso de pesca de arrastre o también podría ser una contaminación por hidrocarburos.

SOLUCIÓN EJERCICIO 12

El índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef:

$$D \text{ o } I = \frac{(s-1)}{\ln N}$$

Donde,

D o I (depende del texto consultado) es la biodiversidad

s es el número de especies presentes en la zona

N es el número total de individuos encontrados en una zona

El **mínimo** valor que puede adoptar es **cero**, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra ($s=1$, por lo que $s-1=0$).

Si **D es < 2** la biodiversidad es **baja**

Si **D es > 5** la biodiversidad es **alta**

$$D \text{ zona A} = \frac{(4-1)}{\ln 570} = 0,47$$

$$D \text{ zona B} = \frac{(5-1)}{\ln 445} = 0,65$$

$$D \text{ zona C} = \frac{(4-1)}{\ln 220} = 0,56$$

$$D \text{ zona D} = \frac{(3-1)}{\ln 60} = 0,49$$

Por lo tanto, en las 4 zonas la diversidad es baja, y en la B es donde es más alta.

SOLUCIÓN EJERCICIO 13

a) Riqueza específica (S): cuenta simple del número de especies presentes en la muestra. Mide la **variedad** en términos de cuántas especies hay, sin tener en cuenta sus abundancias relativas.

Muestra 1: Riqueza específica S= 5

Muestra 2: Riqueza específica S= 8

b) Índice de Margalef

$$D \text{ o } I = \frac{(s-1)}{\ln N}$$

N= número total de individuos.

S= riqueza específica (nº de especies con >0 individuos).

Para la muestra 1

S=5

N= 0+5+1+6+52+1+0+0+0=65

D₁ = (5-1)/Ln 65 = 0'958

Para la muestra 2

S=8

N= 6+8+0+1+2+1+1+1+2= 22

D₂ = (8-1)/ Ln 22 = 2'265

c) Índice de Shannon

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Empezamos calculando las proporciones para cada especie en la **muestra 1**:

Calicotome spinosa

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 0/65 = 0$$

Chamaerops humilis

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 5/65 = 0'07692$$

Lycium intricatum

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 1/65 = 0'01538$$

Gymnosporia senegalensis

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 6/65 = 0'0923$$

Periploca angustifolia

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 52/65 = 0'8$$

Pistacia lentiscus

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 1/65 = 0'01538$$

Quercus coccifera

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 0/65 = 0$$

Rhamnus alaternus

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 0/65 = 0$$

Rhamnus lycioides

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 0/65 = 0$$

Aplicando la fórmula:

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

$$H'_1 = - (0 \cdot \ln 0 + 0'07692 \cdot \ln 0'07692 + 0'01538 \cdot \ln 0'01538 + 0'0923 \cdot \ln 0'0923 + 0'8 \cdot \ln 0'8 + 0'01538 \cdot \ln 0'01538 + 0 \cdot \ln 0 + 0 \cdot \ln 0 + 0 \cdot \ln 0) = - 0'724$$

$$H'_1 = 0'724$$

Ahora calculamos las proporciones para cada especie en la **muestra 2**:

Calicotome spinosa

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 6/22 = 0'2727$$

Chamaerops humilis

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 8/22 = 0'3636$$

Lycium intricatum

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 0/22 = 0$$

Gymnosporia senegalensis

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 1/22 = 0'04545$$

Periploca angustifolia

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 2/22 = 0'0909$$

Pistacia lentiscus

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 1/22 = 0'04545$$

Quercus coccifera

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 1/22 = 0'04545$$

Rhamnus alaternus

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 1/22 = 0'04545$$

Rhamnus lycioides

$$p_i = n_i/N$$

$$p_i = 2/22 = 0'0909$$

Aplicando la fórmula:

$$H'_2 = - (0'2727 \cdot \ln 0'2727 + 0'3636 \cdot \ln 0'3636 + 0 \cdot \ln 0 + 0'04545 \cdot \ln 0'04545 + 0'0909 \cdot \ln 0'0909 + 0'04545 \cdot \ln 0'04545 + 0'04545 \cdot \ln 0'04545 + 0'04545 \cdot \ln 0'04545 + 0'0909 \cdot \ln 0'0909) = - 1'7$$

$$H'_2 = 1'72$$

d) Índice de Simpson

Fórmula del índice de dominancia:

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

Índice de Simpson: 1- D

Ya tenemos las proporciones calculadas para cada muestra en el apartado anterior por lo que podemos calcular ya el índice para la muestra 1. Empezamos con el de dominancia:

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

$$D_1 = (0^2 + 0'07692^2 + 0'01538^2 + 0'0923^2 + 0'8^2 + 0'01538^2 + 0^2 + 0^2 + 0^2) = 0'6549$$

$$S_1 = 1 - 0'6549 = 0'3451$$

Ahora lo calculamos para la muestra 2, empezamos también por el de dominancia:



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

$$D_2 = (0'2727^2 + 0'3636^2 + 0^2 + 0'04545^2 + 0'0909^2 + 0'04545^2 + 0'04545^2 + 0'0909^2) = 0'2313$$

$$S_2 = 1 - 0'2313 = 0'7687$$

e) Explicación de los índices de biodiversidad.

Riqueza específica (S): cuenta simple del número de especies presentes en la muestra. Mide la variedad en términos de cuántas especies hay, sin tener en cuenta sus abundancias relativas.

Índice de Margalef (D): es una medida de la riqueza en relación al tamaño de la muestra (N). A mayor índice de Margalef → más especies relativas hay con respecto al número total de individuos. Es útil para comparar parcelas con distintos tamaños muestrales.

Cuando los valores son inferiores a 2, estamos ante zonas de baja biodiversidad. Valores superiores a 5 corresponden a zonas con una alta biodiversidad.

Índice de Shannon (H'): mide la diversidad considerando tanto la riqueza como la equitatividad (cómo se reparten los individuos entre especies). H' aumenta cuando hay muchas especies y cuando las abundancias están repartidas de forma más uniforme. Tiene base logarítmica natural aquí; valores mayores indican mayor incertidumbre/variedad en la identidad de un individuo elegido al azar.

Índice de Simpson (1-D): mide la probabilidad de que dos individuos muestreados al azar pertenezcan a la misma especie (D = probabilidad de coincidencia). Por eso D aumenta con la dominancia (cuando pocas especies concentran la mayoría de individuos). La forma 1-D se interpreta como una medida de diversidad (mayor = más diversa). Simpson es más sensible a las especies dominantes que Shannon.

SOLUCIÓN EJERCICIO 14

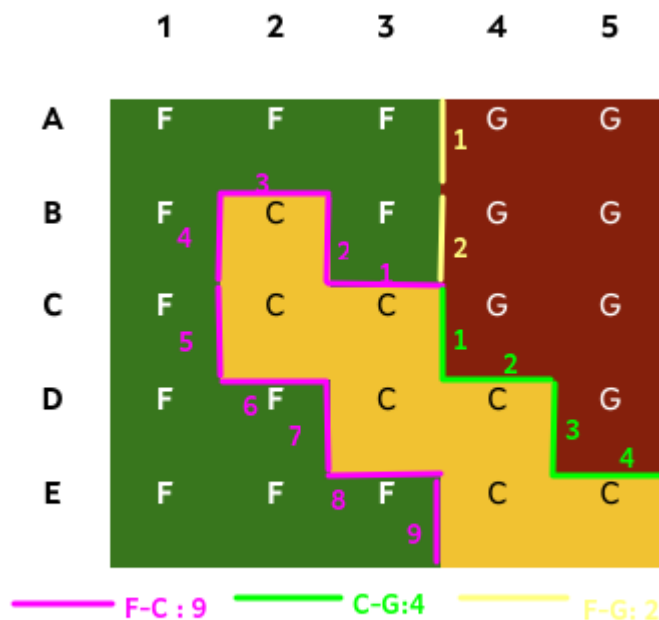
Se trata de un problema de fragmentación del paisaje. Vamos a resolverlo por apartados.

a) Número total de bordes.

Tenemos que contar el número total de bordes entre celdas de cada tipo antes y después del fuego, vamos a empezar con el mapa de antes del fuego.

Antes del fuego

Mapa inicial:



Lenda do mapa / Leyenda del mapa:

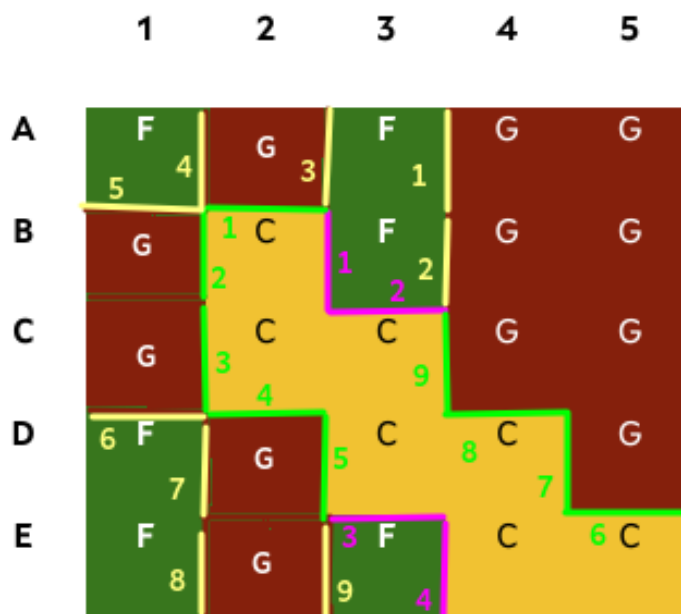
F = bosque, **G** = matorral, **C** = cultivo.

Se trata de contar bordes entre celdas de cada tipo. Como podemos observar en la imagen, el número de bordes que hay entre las celdas F-C son 9, el número existente entre F-G son 2 y, por último, entre C-G hay 4 celdas.

En el enunciado del problema me dice que, tras el incendio, las celdas modificadas son A2, B1, C1, D2, E2 que pasan de bosque a matorral. Realizamos el cambio en el mapa:

Después del fuego:

Mapa inicial:



— F-C:4 — C-G:9 — F-G:9

Lenda do mapa / Leyenda del mapa:

F = bosque, **G** = matorral, **C** = cultivo.

Volvemos a contar bordes entre celdas de cada tipo. Como podemos observar en la imagen, el número de bordes que hay entre las celdas F-C son 4, el número existente entre F-G son 9 y por último, entre C-G hay 9 celdas.

b) Longitud total del borde en cada caso

Si asumimos que cada borde entre celdas mide **1 unidad**, la longitud total de borde = número de bordes:

- Antes del fuego: $9 + 4 + 2 = \mathbf{15 \text{ unidades}}$
- Después del fuego: $4 + 9 + 9 = \mathbf{22 \text{ unidades}}$

c) Densidad del borde.

$$\text{Densidad de borde} = \frac{\text{longitud total de borde}}{\text{área total}}$$

Área total = $5 \times 5 = 25$ celdas.

1. Antes del fuego: $ED = 15 / 25 = \mathbf{0,60 \text{ unidad de longitud/unidad de superficie.}}$
2. Después del fuego: $ED = 22 / 25 = \mathbf{0,88 \text{ unidad de longitud/unidad de superficie.}}$

d) Incremento absoluto y porcentual de ED.

$$\text{Incremento absoluto} = ED \text{ después del fuego} - ED \text{ antes del fuego}$$

Incremento absoluto = $0,88 - 0,60 = \mathbf{0,28 \text{ unidades de longitud/unidades de superficie.}}$

$$\text{Incremento porcentual} = \frac{\text{incremento absoluto}}{ED \text{ antes del fuego}} \times 100$$

Incremento porcentual = $(0,28 / 0,60) \times 100 \approx \mathbf{46,67\%}$

e) Interpretación de resultados.

La densidad de borde aumentó tras el incendio, lo que indica una mayor fragmentación del bosque. Una mayor fragmentación suele

asociarse con:

- Menor hábitat continuo para especies forestales especializadas.
- Mayor exposición de los bordes a factores externos (viento, luz, temperaturas extremas...).
- Necesidad de medidas de restauración, como reforestación de parches estratégicos para reconectar fragmentos de bosque.

En resumen, el fuego ha incrementado la heterogeneidad del paisaje y reducido la conectividad del bosque.

¿Qué pasaría si la densidad de borde disminuyese tras el incendio? ¿Sería esto posible?

Es posible:

1. Cuando el fuego homogeniza el paisaje

Si antes del incendio había un mosaico con distintos usos del suelo (bosque, cultivo, matorral, prados...), entonces había **muchos bordes entre categorías**.

Si el incendio arrasa una gran superficie y la convierte en un único tipo (por ejemplo, todo matorral o todo suelo quemado), entonces:

- desaparecen muchos límites entre hábitats,
- el paisaje se vuelve más uniforme,
- y por tanto **la densidad de borde disminuye**.

Ejemplo:

Antes: F-C-G-F-C (muchos bordes)

Después: G-G-G-G-G (muy pocos bordes)

ED disminuye.

2. Cuando el fuego afecta sobre todo a los bordes preexistentes.

Si los límites entre parches eran precisamente zonas de transición (matorral-bosque), el fuego tiende a avanzar por ellos.

Es posible que:

- el borde desaparezca,
- ambos lados queden en la misma categoría,
- por ejemplo, todo matorral quemado.

Esto **reduce** bordes.

3. Si el fuego elimina parches pequeños.

Si el paisaje tenía parches muy fragmentados:

- islotes de bosque,
- lenguas de cultivo,
- pequeños fragmentos de matorral, un incendio puede **fusionarlos** en un único parche degradado. Eso **reduce la fragmentación** y por tanto **baja ED**.

4. Si el incendio se detiene en límites muy regulares.

Si el fuego quema solo una zona compacta del mapa, sin crear contornos irregulares, el resultado es:

- menos perímetro relativo,
- distribución más simple,
- menos borde por unidad de área.

CONTRASTE IMPORTANTE

- Muchos incendios **aumentan** ED porque crean parches nuevos y contornos irregulares.
- Pero otros incendios **reducen** ED porque destruyen la

diversidad preexistente y **homogeneizan** el paisaje.

Ambos escenarios son ecológicamente posibles y están documentados en estudios de ecología del paisaje.

SOLUCIÓN EJERCICIO 15

a) Los dibujos representan tres fases del proceso de destrucción erosiva del suelo. En el dibujo **A**, el plano dibujado representa el antiguo nivel de la superficie del suelo; éste ha descendido poniendo al descubierto las raíces de los árboles. Como consecuencia, ha desaparecido la capa superficial el suelo: el horizonte A, y con él la materia orgánica contenida en este nivel. Puede corresponder a una etapa inicial con *erosión laminar*.

El **segundo** dibujo muestra la formación de surcos (*erosión en surco*) excavados por la escorrentía superficial sobre un terreno desprovisto de vegetación. Aparece una vegetación de sustitución menos protectora ante el proceso erosivo que la original.

El dibujo **C**, corresponde a una etapa más avanzada, con aparición de profundos canales de erosión que conducirán al desarrollo de *cárcavas*. La vegetación está muy alterada y no es capaz de frenar el proceso a la vez que éste dificulta la colonización vegetal.

b) La pérdida de suelo por erosión puede originarse por diferente causas: un clima árido en que las lluvias escasas y con episodios torrenciales, además de no contar con una densa cubierta vegetal protectora y sufrir evaporación intensa, exceso de pastoreo, cultivos inadecuados o labrado con surcos a favor de pendiente, fuertes pendientes, sobreexplotación de acuíferos y la consiguiente salinización del suelo, eliminación de la cubierta vegetal (deforestación) por incendios forestales, sobreexplotación maderera, roturación para nuevos pastos o cultivos, etc.; sin olvidar que el cambio climático ocasionado por el calentamiento global puede ser a su vez causa de varios de los procesos mencionados.

La eliminación del suelo conduce a la pérdida de la fertilidad, de la vegetación y a la desertización.

c) Medidas encaminadas a prevenir, corregir o mitigar la pérdida erosiva de suelos pueden ser:

- Repoblación con especies adecuadas al clima y terreno, sin empleo de medidas agresivas como maquinaria pesada o surcos a favor de pendiente.
- Ordenación agrícola, promoviendo los cultivos adecuados tanto en las especies objeto del mismo como en el método de explotación, englobando el sistema de riego y abonado.
- Fomento de las prácticas agrícolas protectores del suelo, como: construir bancales en laderas de pendiente acusada, labrar la tierra siguiendo las curvas de nivel, perpendicularmente al sentido de la pendiente.
- Evitar el sobrepastoreo.
- Protección de márgenes fluviales.
- Correcto trazado de vías de comunicación (ferrocarriles, carreteras, etc.), pistas, cortafuegos, etc. previendo los necesarios drenajes y la vegetación de taludes.
- Prevención de incendios forestales, etc.

SOLUCIÓN EJERCICIO 16

a) Se trata de una sucesión, y como se parte de un terreno virgen, la sucesión es primaria.

b) La diversidad aumenta a medida que se avanza en la sucesión y la comunidad **clímax**, que sería la última etapa, presenta un gran número de especies. En cuanto a los nichos ecológicos, explique que las especies pioneras u oportunistas adaptadas a cualquier ambiente son las primeras que colonizan los territorios. A medida que la sucesión avanza se va pasando de forma gradual de estas especies a otras más exigentes y especialistas, ya que al establecerse relaciones de competencia las especies pioneras son expulsadas por las especialistas que ocupan sus nichos. El resultado final es una especie para cada nicho y un aumento en el número total de ellos.

c) La productividad es la relación que existe entre la producción neta (cantidad de energía almacenada por unidad de tiempo) y la biomasa (materia orgánica total) PN/B : cuanto mayor sea la biomasa menor será la productividad y, por tanto, es mayor en etapas más

tempranas y consecuentemente es mayor en la 2, que en la 4. El tiempo de renovación se expresa en la relación B/PN y es el periodo que tarda en renovarse un sistema. Por tanto, cuanto mayor biomasa haya mayor será el tiempo de renovación. Así será mayor en la 4 que en la 2.

d) Con la desaparición del bosque el suelo queda desprotegido y vulnerable a la erosión. Se produciría una **regresión** ecológica y posteriormente se pasaría por un proceso de **sucesión secundaria** hasta conseguir nuevamente la comunidad clímax. Pueden también indicar que el tiempo de renovación en esta etapa es muy largo.

SOLUCIÓN EJERCICIO 17

En las etapas iniciales de una sucesión no siempre sucede que $P/R > 1$.

Es posible que al inicio de la sucesión se cumpla la relación **$P/R < 1$** . En este caso, el sistema es heterótrofo porque predomina la degradación de materia orgánica a través de la respiración celular (R) frente a la producción de biomasa (P). Corresponde a ecosistemas que importan la mayor parte de la materia orgánica que consumen. Las aguas residuales urbanas, las aguas estancadas, las fosas sépticas, e incluso el suelo de los ecosistemas terrestres y los sedimentos del fondo en los ecosistemas acuáticos, son buenos ejemplos de esto.