Exercícios

Programa: Populus

Populações estruturadas por idade

Altere o número de classes etárias, a sobrevivência e a fecundidade de cada classe etária.

Observe o que acontece com os valores Ro, G, r e $\ln(Ro)/G$.

Altere os valores tentando verificar o seguinte:

- O que acontece se a população começa com diferentes combinações de números de indivíduos em cada classe etária?

- O que acontece se a fecundidade é concentrada nas últimas classes etárias?
- O que acontece se os indivíduos começam a se reproduzir mais cedo?
- O que acontece se a sobrevivência aumenta ou diminui em diferentes classes etárias?

Quais as implicações de cada uma das situações simuladas?

Exercícios

Programa: RAMAS/age v.2.0

Instruções gerais para uso:

1- Carregue o programa digitando ramas quando estiver no diretório.

2- Caso você tenha gravado quando saiu pela última vez do programa, aparecerá o último arquivo que você usou. Nesse caso, digite <F10> e você estará no menu principal. Caso contrário, ao entrar no programa, você estará no menu. Você pode limpar o último arquivo da memória, carregando o arquivo CLEAR (ver abaixo como carregar).

3- As teclas de função básicas no início são <F1> (Help), <F3> (Carregar) e <F10> (Sair).

4- Para carregar um arquivo, digite <F3> e aparecerá um menu perguntando o nome do arquivo. Se você digitar <F3> novamente, aparecerá uma lista de arquivos existentes no diretório. Selecione o desejado e carregue o arquivo.

5- Quando quiser sair do programa, digite <F10> do menu principal. Aparecerá a pergunta se você deseja gravar o que foi feito. Responda como você desejar. Não esqueça de que da próxima vez que você usar o programa, ele iniciará com o arquivo que você usou por último, caso você opte por responder sim.

Procedimento para os exercícios:

1- Do menu principal selecione 1 (Informações Gerais). Aparecerá uma janela. Preencha ou altere os seguintes campos:

- Idade máxima: Coloque o número de classes etárias (idades) que você desejar. Não esqueça que no programa a primeira classe etária é 0 (zero). Nesse caso, se você deseja 3 classes etárias, o valor a entrar é 2. O valor máximo que o programa aceita é 17. Caso você possua mais classes etárias, terá que agrupá-las.

- Abundância da população (Summation): O total de indivíduos será representado por todos aqueles com idade igual a 1 ou mais (tecle <A> (adults)), pelo total de indivíduos, incluindo aqueles com idade igual a 0 (tecle <T> (total)) ou somente pelos indivíduos da classe etária 0 (tecle <Z> (zero)). Essa escolha irá afetar as saídas posteriores.

Tempo para a corrida: Defina o número de intervalos de tempo que você deseja correr a simulação (o número de intervalos de tempo que você deseja ver o crescimento da população). O intervalo de tempo aqui, não tem unidade. Entretanto, você deve usar a mesma unidade de tempo que você que a usada na definição da idade máxima. O tempo máximo para projeção é 50. Se você desejar verificar o que acontece com a população posteriormente, após correr a simulação, terá uma opção para continuar (<F9>).
Razão sexual: Defina a razão sexual. Caso você não esteja utilizando essa informação no seu modêlo, insira 1. A razão sexual representada aqui é a proporção de fêmeas na

população (número de fêmeas/número total de indivíduos).

2- Volte ao menu principal (<F10>) ou tecle <Page Dn> para ir para a segunda janela. Defina aí os valores de número inicial de indivíduos, fecundidade e sobrevivência. Para ir de um campo a outro, use a tecla <Tab>. Note que o número de classes etárias que aparece depende da idade máxima que você definiu na janela 1. Caso deseje alterar o número de classes, redefina a idade máxima na janela 1. Migração representa o número de indivíduos de uma classe etária que entra (valor positivo) ou deixa (valor negativo) a população por unidade de tempo. Na última linha, você pode definir uma probabilidade de indivíduos mais velhos sobreviverem por mais um intervalo de tempo. Normalmente, o valor é zero.

3- Vá para a janela 3 seguindo o mesmo procedimento descrito no item 2. Defina aí o modêlo que você deseja. Se independente da densidade, opte por None. Se logístico, não esqueça de definir os valores de r e K que se encontram mais abaixo. As funções de Ricker e Beverton-Holt também são para crescimento dependente da densidade. A função Independente, representa um investimento parental ao acaso. A função Observada representa qualquer função que você tenha observado. Neste caso, você deve especificar um arquivo que possua tal função. Tecle <F1> para obter uma pequena explicação. Para selecionar um modelo, basta digitar a letra inicial de um dos modelos descritos abaixo do campo e teclar <Enter>.

4- Vá para a janela 4. Entre o número de vezes que você deseja simular a trajetória de crescimento da população (máximo de 250). Defina se você deseja considerar estocasticidade demográfica ou não no modelo. Caso você tenha definido que não, a simulação será feita apenas uma vez, independente do número de vezes que você tenha definido anteriormente, pois o modêlo nesse caso será determinístico e o resultado será sempre o mesmo. Você pode incluir estocasticidade definindo as funções (Normal, Uniforme ou Lognormal), os valores médios e os coeficientes de variação dos parâmetros de fecundidade, sobrevivência e migração. No caso de escolher Invariante, a simulação será determinística. Você pode incluir também, correlações (valores ente -1 e 1) entre os parâmetros na matriz que se encontra no final da janela.

5- Feito isso, para correr a simulação, tecle <F2>. Selecione as janelas 5, 6 e 7, dependendo do que você deseja, para ver as figuras. Algumas dessas janelas irão estar vazias (Figuras em branco) dependendo dos parâmetros que você entrou. Em algumas delas, quando selecionadas, aparecerá uma pergunta no fim da tela. Dependendo da sua resposta, os resultados continuarão a não aparecer. Se você tiver um problema com a escala da figura, tecle <F8> e o programa irá definir uma nova escala para os gráficos (algumas vezes, um gráfico que parecia estar em branco, irá se tornar visível). Em qualquer dessas janelas, quando aparecer a figura, caso você tecle <Enter>, aparecerá uma tabela com os dados obtidos da simulação. Para sair da janela, tecle <F10>. 6- Da janela 2, tecle <F5>. Aparecerá uma janela com opções do que você deseja ver. Caso você escolha a opção 5, você poderá ver os valores de , r, R_o, T (tempo de geração) e e_o (expectativa de vida de um indivíduo recém-nascido). Novamente, para sair da janela, tecle <F10>.

1- Comece com os seguintes dados:

Idade	Fecundidade	Sobrevivência
0	0	0.7
1	1	0.5
2	4	0

2- Verifique o que acontece quando inclui estocasticidade demográfica.

Verifique os valores de , r, R_o , T e e_o e verifique os valores reprodutivos das diferentes classes etárias.

Altere o número inicial de indivíduos em cada classe etária e veja o que acontece após 20 intervalos de tempo.

Comece com os seguintes números (1, 0, 0), (0, 1, 0) e (0, 0, 1).

Verifique o que acontece nas seguintes situações:

2a-Aumente a fecundidade da população e verifique o que acontece:

- (1, 1, 4). Reprodução ocorre mais cedo.

- (0, 1, 5). Reprodução é concentrada na última classe etária (nos indivíduos mais velhos).

- (0, 2, 4). Fecundidade aumenta na classe intermediária.

2b-Altere os valores de sobrevivência e verifique o que acontece:

- (0.5, 0.5, 0). Sobrevivência diminui na primeira classe.

- (0.7, 0.3, 0). Sobrevivência diminui na segunda classe.
- (0.9, 0.5, 0). Sobrevivência aumenta na primeira classe.
- (0.7, 0.7, 0). Sobrevivência aumenta na segunda classe.

- (0.5, 0.7, 0). Sobrevivência diminui na primeira classe e aumenta na segunda

classe.

3- Inclua um número maior de classes etárias e verifique o que acontece.

4- Utilize os arquivos existentes (por exemplo, GAUSE). Verifique as telas para ver a definição dos parâmetros. Faça a simulação e verifique o que acontece quando você altera os parâmetros.

5- Inclua diferentes razões sexuais em um arquivo qualquer (que você tenha criado ou carregado) e verifique o que acontece

Uma forma de trabalhar com essas informações é através de modelos de matrizes.

Originalmente proposto por Leslie (1945-1948) os modelos de matrizes são conveniente para modelar populações.

O modelo básico, chamado de matriz de Leslie, tem o seguinte formato:

 $n(t+1) = A.n(t) \text{ ou } n(t)=A^{t}.n(0)$

$$\begin{vmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ \vdots \\ n_s \end{vmatrix} \begin{pmatrix} F1 & F2 & F3 & \cdots & Fs \\ P1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & P2 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & Ps-1 & 0 \end{vmatrix} \begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ \vdots \\ n_s \end{vmatrix}$$

Se sabemos o número de indivíduos de cada idade no tempo t, podemos prever o número de indivíduos após um intervalo de tempo. A matriz A é chamada de matriz de projeção da população.

As informações utilizadas na matriz de projeção são derivadas de tabelas de vida. Entretanto, os dados precisam ser transformados para que sejam utilizados

O primeiro ponto a ser considerado é o fato de que o tempo é uma variável contínua e que os indivíduos são classificados em classes etárias



Figure 3.1 The relationship between ages (*x*) and age classes (*i*) in population growth models. (From Caswell 1989.)

Posteriormente, é preciso definir um intervalo de projeção (tempo) de mesma duração que o intervalo de classe utilizado. Considerando $n_i(t) = n$ úmero de indivíduos na classe etária i, no tempo t e P_i = probabilidade de sobrevivência dos indivíduos da classe etária i, temos:

 $n_i (t+1) = P_{i-1} \cdot n_{i-1}(t) \text{ para } i=2,3,4,...$

Para os indivíduos da classe etária inicial (classe 1), considerando F_i = fertilidade = número de indivíduos da classe etária 1, produzidos por indivíduo da classe etária i, temos:

 $\mathbf{n}_1 (t+1) = \Sigma \mathbf{F}_i \cdot \mathbf{n}_i(t)$

Populações com natalidade contínua (nascimentos ocorrem continuamente durante o intervalo de tempo):

 $P_{i} = (I_{i} + I_{i+1})/(I_{i-1} + I_{i})$ $F_{i} = I_{0.5}([m_{i} + P_{i}m_{i+1}]/2)$

Populações com natalidade em pulsos (reprodução é concentrada em uma pequena estação reprodutiva):

Nesse caso, a distribuição etária, bem como a forma de calcular P_i e F_i, dependem de quando o censo (p) for feito, com relação à quando ocorreu a reprodução (pulso)



Figure 2.2: The maternity function for a birth-pulse population. Individuals reproduce only on their birthday.



Figure 2.3: The age distribution at the time of census for a birth-pulse population. The time of the census is defined by p, the proportion of the time interval elapsing between the pulse of reproduction and the census.

Em muitos estudos, os censos são feitos pouco antes ou pouco após o período de reprodução. Esses casos correspondem aos limites p --> 1 e p --> 0

se p --> 0 (censo após reprodução) temos que: $P_i = I_i/I_{i-1} e F_i = P_i m_i$

se p -->1 (censo antes da reprodução) temos que: $P_i = I_{i+1}/I_i e F_i = I_1 m_i$

Os resultados para as taxas de crescimento populacional diferem de acordo com o modelo utilizado

			_		pulso	
			i	contínua	p> 0	p> 1
		pi	1	(0,8+0,4)/(1,0+0,8) = 0,667	0,8/1,0=0,8	0,8/0,8 = 1
			2	(0,4+0,1)/(0,8+0,4) = 0,417	0,4/0,8 = 0,5	0,4/0,8 = 0,5
			3	(0, 1+0, 0)/(0, 4+0, 1) = 0, 2	0, 1/0, 4 = 0, 25	0,1/0,4 = 0,25
X	Ix	mx	4	0	0	0
0	1,0	0	Ī			
1	0,8	2				
2	0,4	3				l
3	0.1	1			pu	ISO
Δ		0	i	contínua	p> 0	p> 1
4	0,0	0	1	0,9x((2+0,667x3)/2) = 1,8	0,8x2 = 1,6	0,8x2 = 1,6
			2	0,9x((3+0,417x1)/2) = 1,537	0,5x3 = 1,5	0,8x3 = 2,4
		Fi	3	0,9x((1+0,2x0)/2) = 0,45	0,25x1 = 0,25	0,8x1 = 0,8
			4	0	0	0
					λ	
				contínuo		
				continua	2,2/48	
				p> 0	2,1733	
				p> 1	1,5536	

Estrutura Populacional Estável



Nem todas as matrizes geram uma distribuição etária estável Concentração de reprodução nas últimas classes etárias Oscilações

Matriz de Projeção Populacional - Idade

0.5	1.0	2.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.5	0.0

λ=1,2338





0.5	1.0	2.0	0.0
0.2	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.5	0.0

λ=0,9395

A ordem dos fatores altera o produto

 $n(t+1) = A.B.n(t) \neq B.A.n(t)$

Darwin, J.H. & R.M. Williams. 1964. The effect of time of hunting on the size of a rabbit population. New Zeland Journal of Science 7: 341-352



13 Matrizes de transição ao longo do ano: A B C D E F G H I J K L M

1 Matriz de caça: XSimulações: n(t+1) = A.B.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.n(t) n(t+1) = A.X.B.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.n(t) n(t+1) = A.B.X.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.n(t) n(t+1) = A.B.C.X.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.n(t) : n(t+1) = A.B.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.X.M.n(t)

Referências

Caswell, H. 1989. Matrix population models. Sinauer. Sunderland.

Darwin, J.H. & R.M. Williams. 1964. The effect of time of hunting on the size of a rabbit population. New Zeland Journal of Science 7: 341-352

Enright, N.J., Franco, M. & Silvertown, J. 1995. Comparing plant life histories using elasticity analysis: the importance of life span and the number of life cycle stages. Oecologia 104: 79-84.

Law, R. 1983. A model for the dynamics of a plant population containing individuals classified by age and size. Ecology 64: 224-230.

de Matos, M.B. & Silva Matos, D.M. 1998. Mathematical constraints on transition matrix elasticity analysis. Journal of Ecology 86: 706-708.

Piñero, D., Martinez-Ramos, M. & Sarukhán, J. 1984. A population model of *Astrocaryum mexicanum* and a sensitivity analysis of its finite rate of increase. Journal of Ecology 72: 977-991.

Silva Matos, D.M., Freckleton, R.P. & Watkinson, A.R. 1999. The role of density dependence in the population dynamics of a tropical palm. Ecology 80; 2635-2650.