

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 R_0 , G , r e $\ln(R_0)/G$.

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?

Matrizes

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:

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

$$\begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ \vdots \\ n_s \end{pmatrix} (t+1) = \begin{pmatrix} F1 & F2 & F3 & \dots & F_s \\ P1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & P2 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & P_s - 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} n_1 \\ n_2 \\ n_3 \\ \vdots \\ n_s \end{pmatrix} (t)$$

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

Matrizes

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

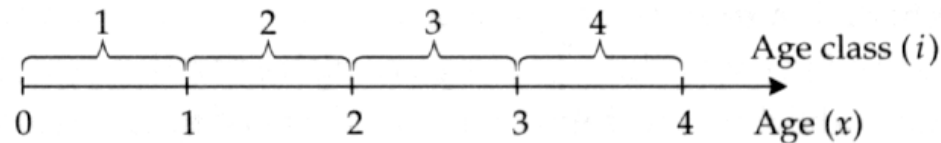


Figure 3.1 The relationship between ages (x) and age classes (i) in population growth models. (From Caswell 1989.)

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

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

Matrizes

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:

$$n_1(t+1) = \sum F_i \cdot n_i(t)$$

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

$$P_i = (l_i + l_{i+1}) / (l_{i-1} + l_i)$$

$$F_i = l_{0,5}([m_i + P_i m_{i+1}] / 2)$$

Matrizes

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)

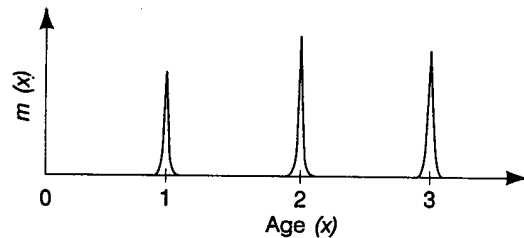


Figure 2.2: The maternity function for a birth-pulse population. Individuals reproduce only on their birthday.

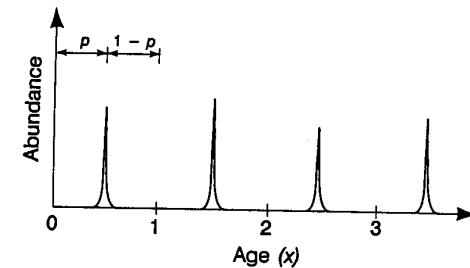


Figure 2.3: The age distribution at the time of census for a birth-pulse population. The time of the census is defined by p , the proportion of the time interval elapsing between the pulse of reproduction and the census.

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

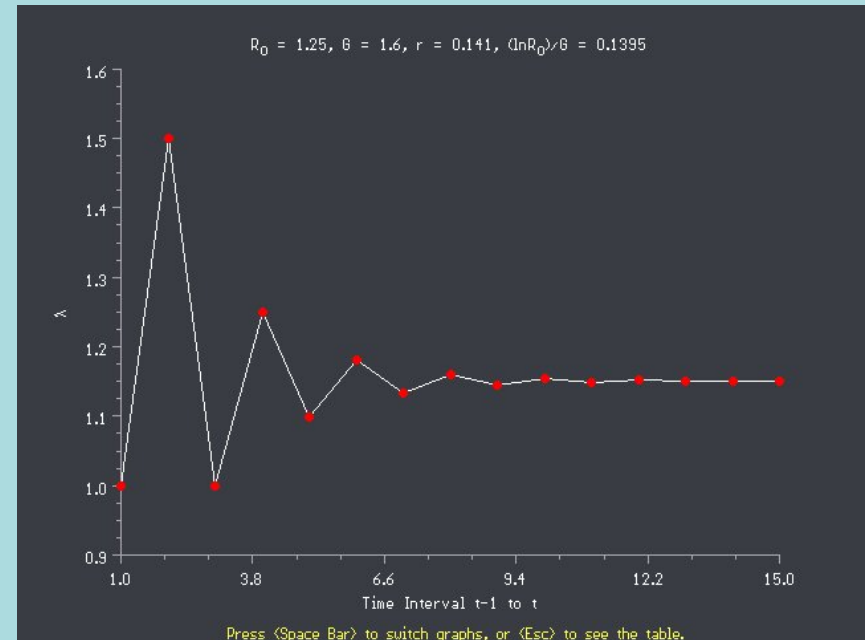
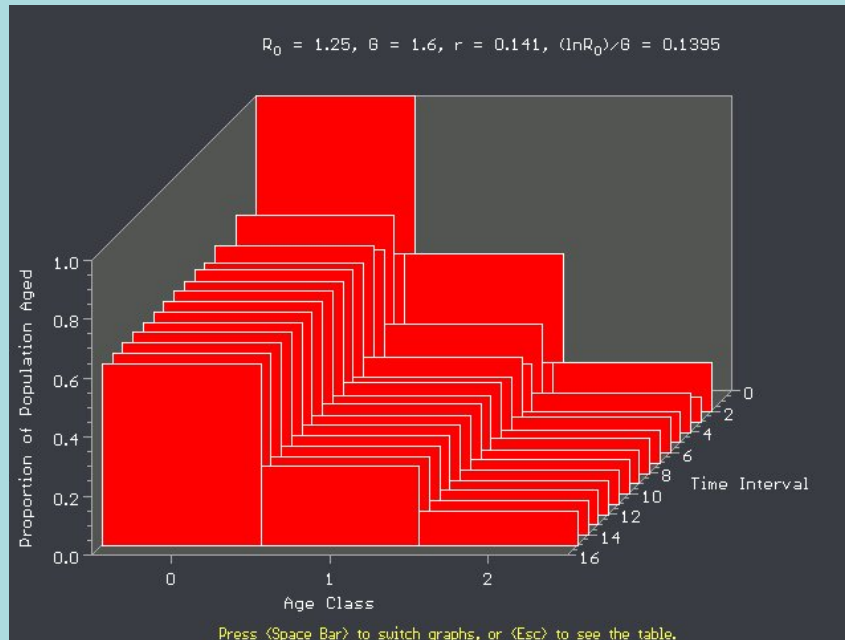
se $p \rightarrow 0$ (censo após reprodução) temos que: $P_i = l_i / l_{i-1}$ e $F_i = P_i m_i$

se $p \rightarrow 1$ (censo antes da reprodução) temos que: $P_i = l_{i+1} / l_i$ e $F_i = l_1 m_i$

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

			pulso		
			continua	p --> 0	p --> 1
pi	i				
	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		$(0,1+0,0)/(0,4+0,1) = 0,2$	$0,1/0,4 = 0,25$	$0,1/0,4 = 0,25$
	4		0	0	0
x	lx	mx			
0	1,0	0			
1	0,8	2			
2	0,4	3			
3	0,1	1			
4	0,0	0			
			pulso		
			continua	p --> 0	p --> 1
Fi	i				
	1		$0,9x((2+0,667x3)/2) = 1,8$	$0,8x2 = 1,6$	$0,8x2 = 1,6$
	2		$0,9x((3+0,417x1)/2) = 1,537$	$0,5x3 = 1,5$	$0,8x3 = 2,4$
	3		$0,9x((1+0,2x0)/2) = 0,45$	$0,25x1 = 0,25$	$0,8x1 = 0,8$
	4		0	0	0
			λ		
			continua	2,2748	
			p --> 0	2,1733	
			p --> 1	1,5536	

Estrutura Populacional Estável

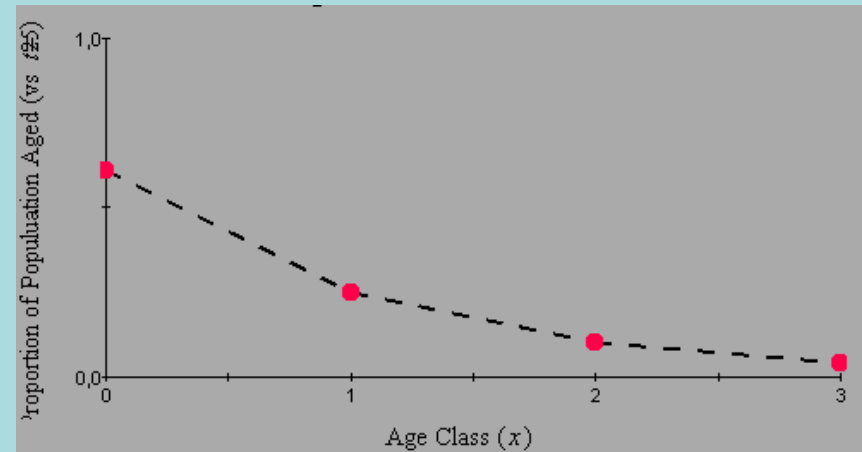


Nem todas as matrizes geram uma distribuição etária estável
 Concentração de reprodução nas últimas classes etárias
 Oscilações

Matriz de Projeção Populacional - Idade

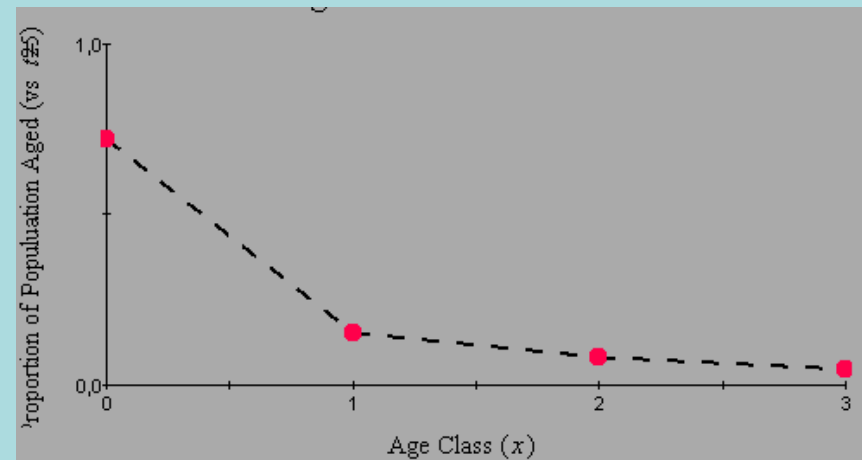
0.5	1.0	2.0	0.0
0.5	0.0	0.0	0.0
0.0	0.5	0.0	0.0
0.0	0.0	0.5	0.0

$$\lambda = 1,2338$$



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

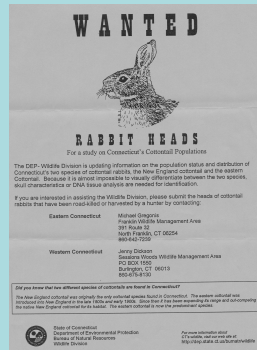
$$\lambda = 0,9395$$



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 Zealand 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: X

Simulações: $n(t+1) = A.B.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.n(t)$

$$n(t+1) = A.X.B.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.n(t)$$

$$n(t+1) = A.B.X.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.n(t)$$

$$n(t+1) = A.B.C.X.D.E.F.G.H.I.J.K.L.M.n(t)$$

⋮

$$n(t+1) = A.B.C.D.E.F.G.H.I.J.K.L.X.M.n(t)$$

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.

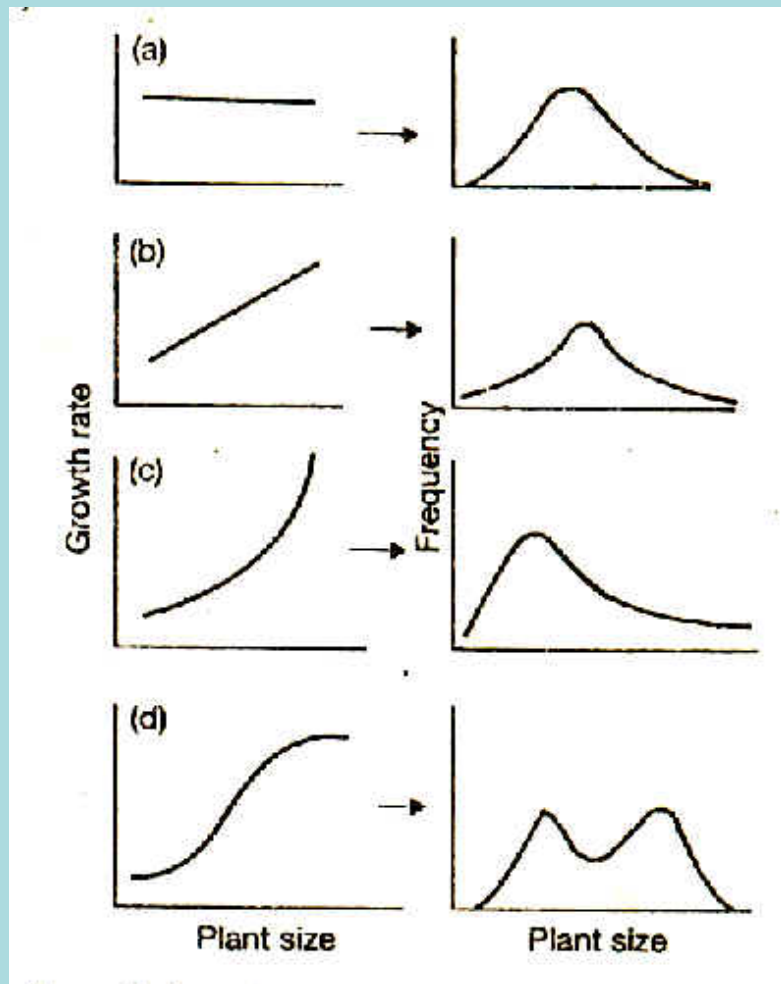
Piñero, D., Martinez-Ramos, M. & Sarukhán, J. 1984. A population model of *Astrocaryum mexicanum* and a sensitivity analysis of its finite rate of increase. Journal of Ecology 72: 977-991.

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.

ESTRUTURA

O que gera?

Crescimento



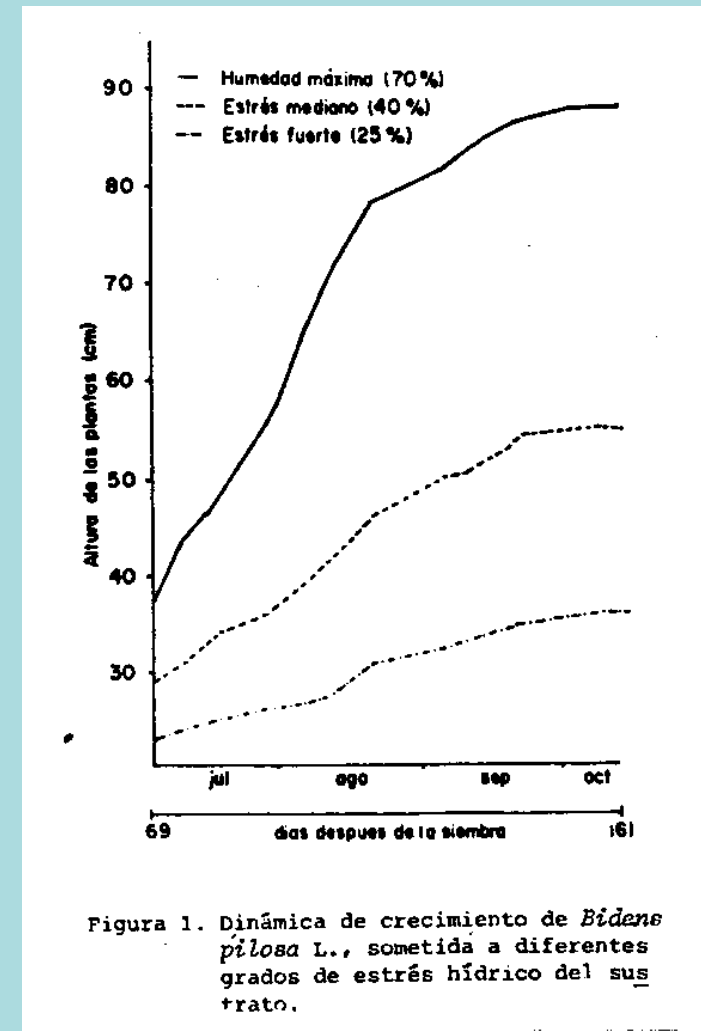
Hutchings, M.J. 1997. The structure of plant populations. In Crawley, M.D. (ed.). Plant ecology. Blackwell, Oxford. pp. 325-358

ESTRUTURA

O que gera?

Stress

Capote, S., Orta, R. & Pérez, E. 1986. Estrategia de reproducción de una mala hierba: *Bidens pilosa* L. Revista del Jardín Botánico Nacional (Cuba) 7: 73-79



ESTRUTURA

O que gera?

Época de germinação/desenvolvimento - Variações temporais nas chances de germinação e estabelecimento

Tamashiro, J.Y. & Leitão Filho, H.F. 1978. Observações sobre o ciclo de vida de *Bidens pilosa* L. (Compositae - Heliantheae). Hoehnea 7: 27-40

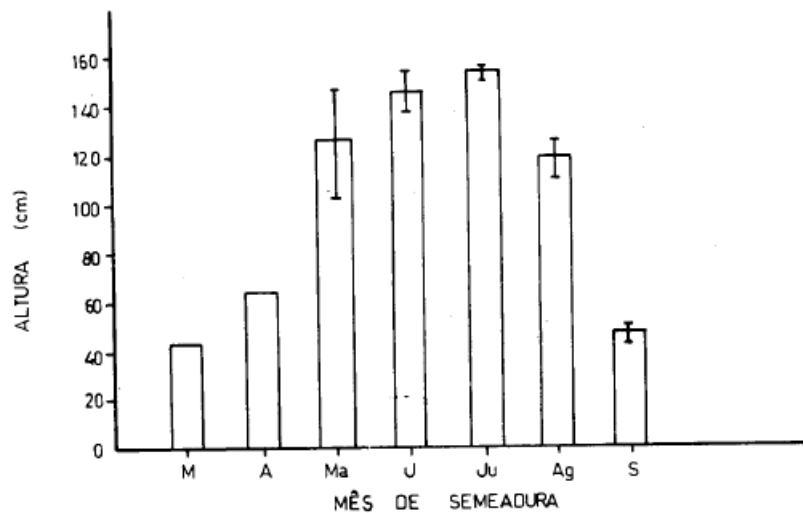


Fig. 8: Alturas máximas das plantas de *B. pilosa*. M: março; A: abril; Ma: maio; J: junho; Ju: julho; Ag: agosto; S: setembro.

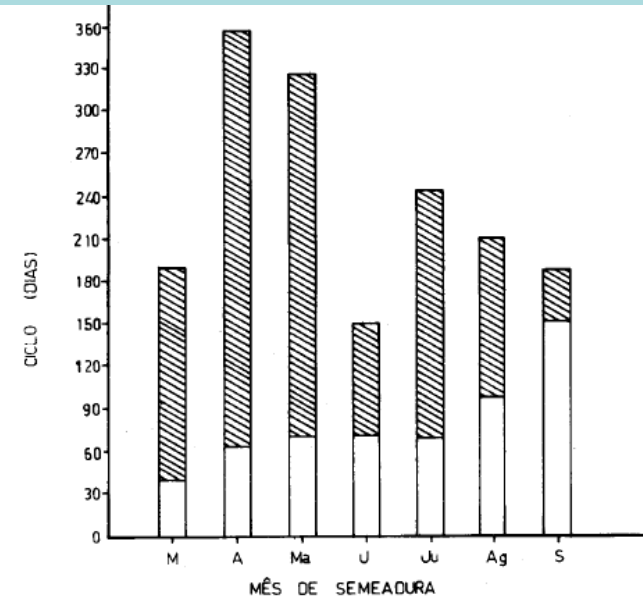
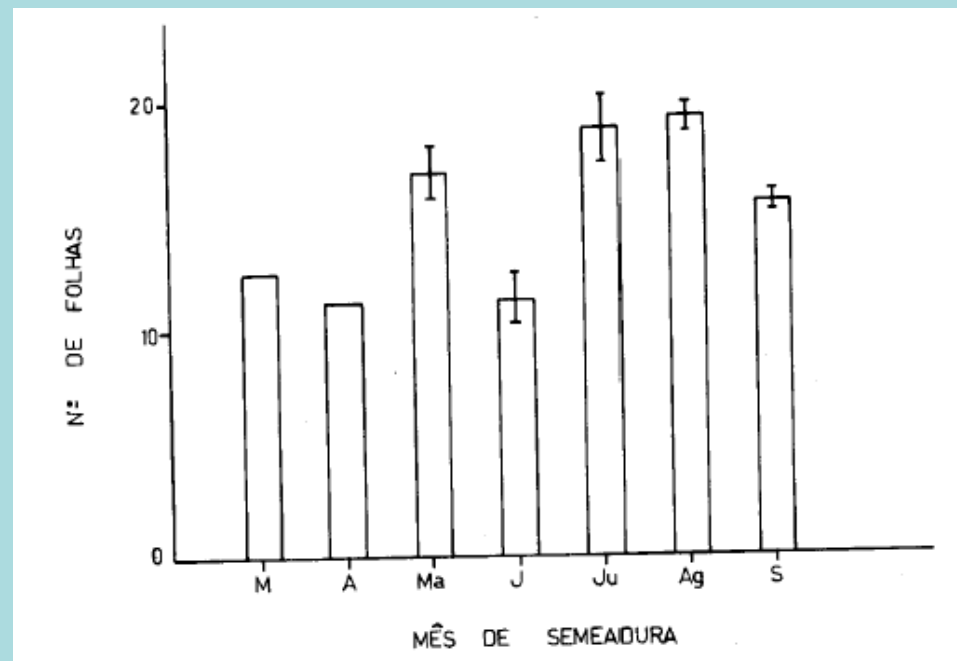
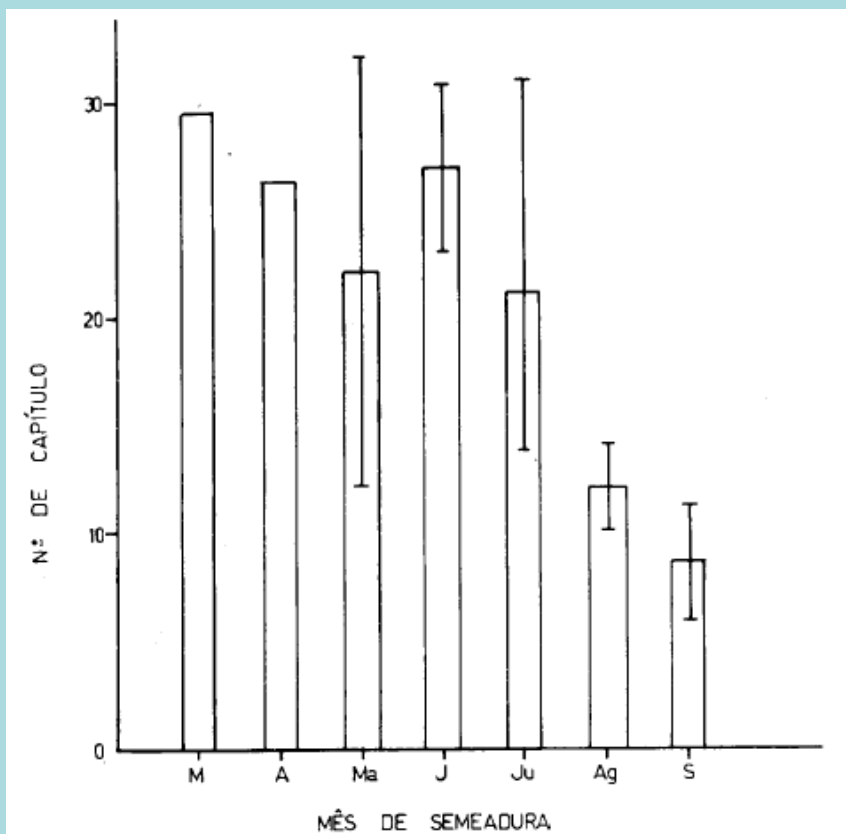


Fig. 9: Variação do ciclo de vida de *B. pilosa*. Abreviações iguais às da fig. 8. (O hachurado corresponde ao ciclo florido).

ESTRUTURA

O que gera?



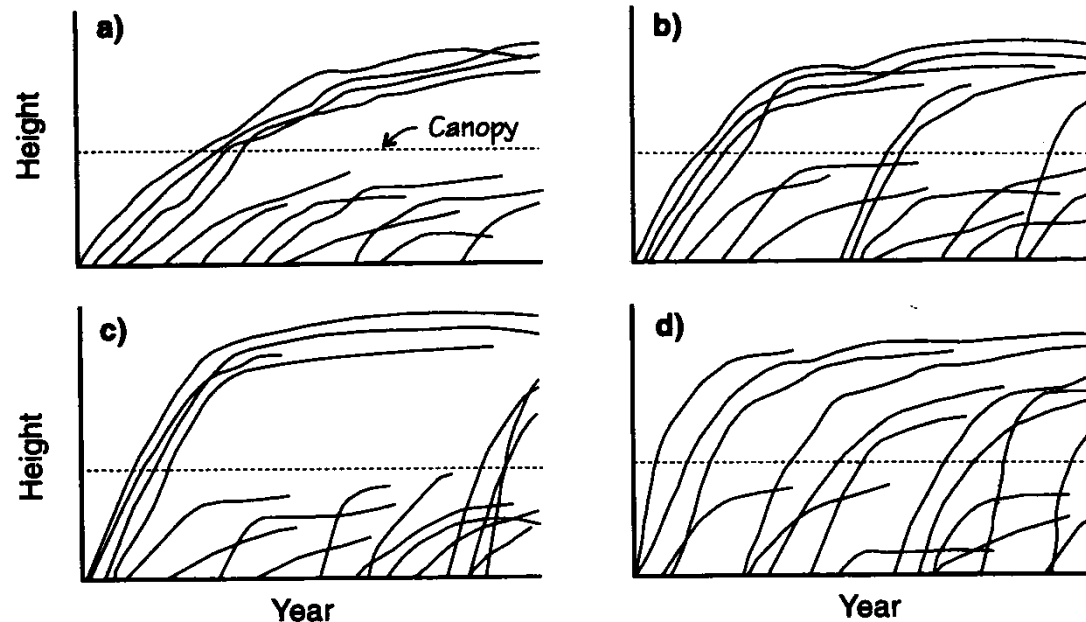
Tamashiro, J.Y. & Leitão Filho, H.F. 1978. Observações sobre o ciclo de vida de *Bidens pilosa* L. (Compositae - Heliantheae). Hoehnea 7: 27-40

ESTRUTURA

O que gera?

Competição
Exploração

Padrões de recrutamento



- a. Um único período de recrutamento e desenvolvimento
- b. Recrutamento contínuo com períodos discretos de desenvolvimento
- c. Recrutamento contínuo com desenvolvimento apenas em áreas mais velhas
- d. Recrutamento contínuo e desenvolvimento contínuo

Johnson, E.A., Miyanishi, K. & Kleb, H. 1994. The hazards of interpretation of static age structures as shown by stand reconstruction in a *Pinus contorta* - *Picea engelmannii* forest. *Journal of Ecology* 82: 923-931

Duas referências sempre citadas quando se usa o termo J-INVERTIDO:

Knight, D. E. 1975. A phytosociological analysis of species-rich tropical forest on Barro Colorado Island, Panama. *Ecological Monographs* 45: 259-284

Whitmore, T. C. 1975. *Tropical rain forests of the Far East*. Clarendon Press, Oxford.

WHITMORE (1975)

Deixa claro, em uma nota de rodapé, que não se deve fazer previsões sobre futuro ou passado de uma espécie a partir de estruturas de tamanhos!!!

properties are two contrasting ecological strategies of

† There has been an unfortunate tendency amongst foresters to make predictions from stand tables alone about past and future performance of stands of a species without substantiating measurements made over a period of time. Such predictions are not justified.

Estudos de longo prazo – um exemplo

Condit et al. (1998). Ecology.

Acompanhamento da dinâmica populacional de 216 espécies em BCI (Panamá).

Comparação das taxas de crescimento populacional (λ) entre os anos de 1985, 1990, 1995

Resultados:

Espécies com crescimento estável apresentavam formas de histogramas diferentes

O principal fator correlacionado com a forma dos histogramas foi a taxa de crescimento dos indivíduos jovens

Espécies com crescimento lento -> Acumulam jovens (gerando uma curva com declínio mais íngreme)

Espécies com crescimento rápido -> menor número de jovens no sub-bosque

Conclusão:

A forma dos histogramas não é um bom indicador da estabilidade de uma população, nem de suas tendências futuras!!!

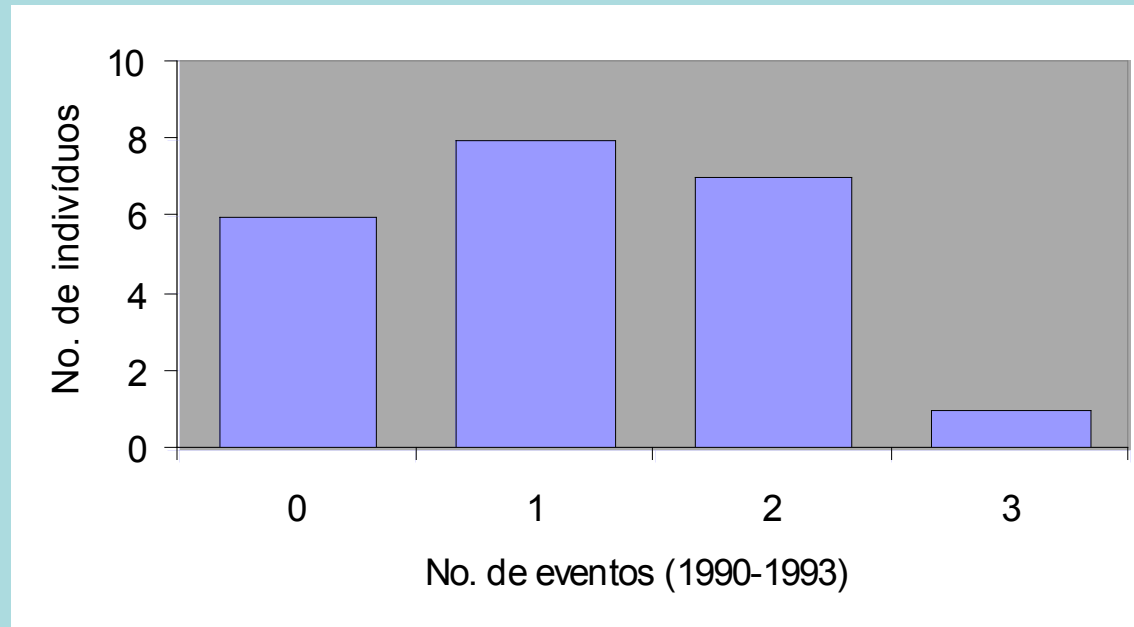
Estrutura – Variações temporais



Pedroni, F., Sanchez, M. & Santos, F.A.M. 2002. Fenologia de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua do sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Botânica 25: 183-194.

Estrutura

Copaifera langsdorffii - Eventos de frutificação de 22 indivíduos acompanhados entre 1990 e 1993.
Nenhum indivíduo frutificou em 1992



Copaifera langsdorffii
Produção de frutos por indivíduo

Indivíduo	1990	1991
1	7429	0
4	3147	0
6	2526	2949
9	30335	3517
16	1479	0
19	298	+
21	10525	0
29	11210	+

+: Floração extremamente baixa.
Não foi possível estimar número de frutos.