



Università degli Studi della Tuscia

Dipartimento DECOS



SVILUPPO DI UN NUOVO MODULO ADULTO NELL'AMBITO DEL MODELLO A RITARDO VARIABILE

S. Pesolillo¹, M. Severini¹, R. Tiso², A. Butturini², M. G. Tommasini³

¹Unitus dip. DECOS – Largo dell'Università snc 01100 Viterbo - s.pesolillo@unitus.it

²Servizio Fitosanitario Regionale, Regione Emilia Romagna, Bologna, Italia

³CRPV Centro Ricerche Produzioni Vegetali – Cesena-Forlì

V Giornate di Studio sui Modelli per la Protezione delle Piante

Piacenza, 27-29 Maggio 2009

Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna

Utilizzo dei Modelli a Ritardo Variabile (MRV)
(Severini & Baumgartner)

Bollettini di Avvertimento per l'intervento

(*Cydia funebrana*, *Cydia pomonella*, *Cydia molesta*, *Argyrotaenia pulchellana*, *Pandemis cerasana* e *Lobesia botrana*)



“Sviluppo di modelli matematici di tripidi e carpofagi”

Fitofago: CARPOCAPSA

Larve svernanti

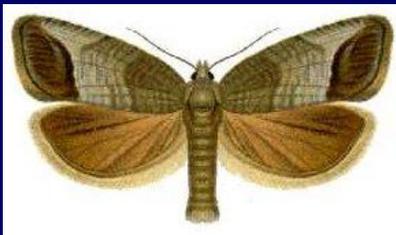
Tre generazioni per anno

Trattamento ovicida & larvicida

Pianta Parassitata

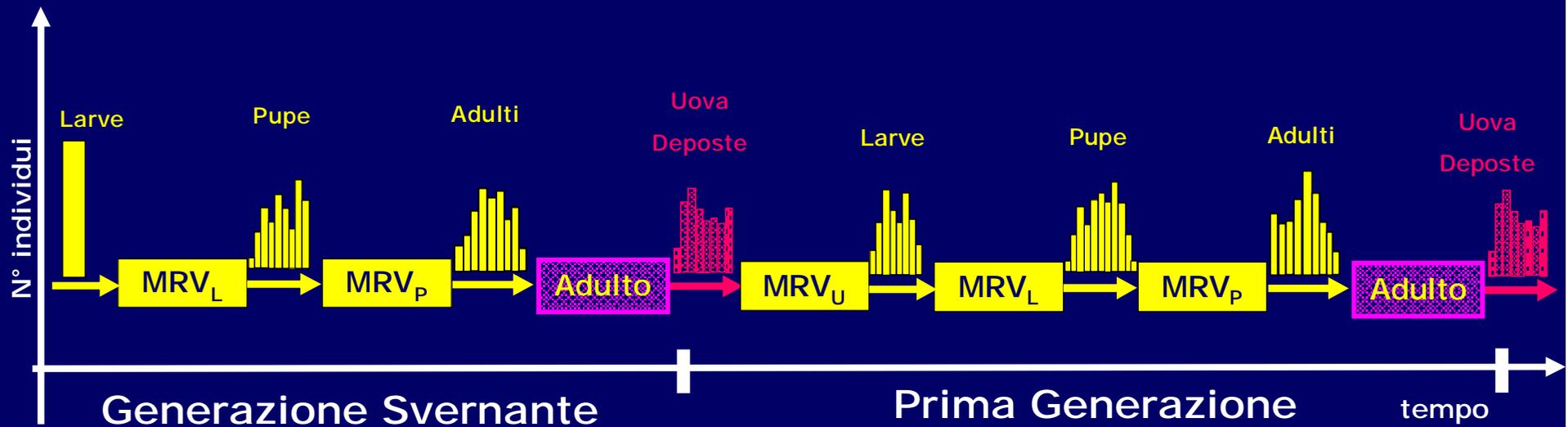
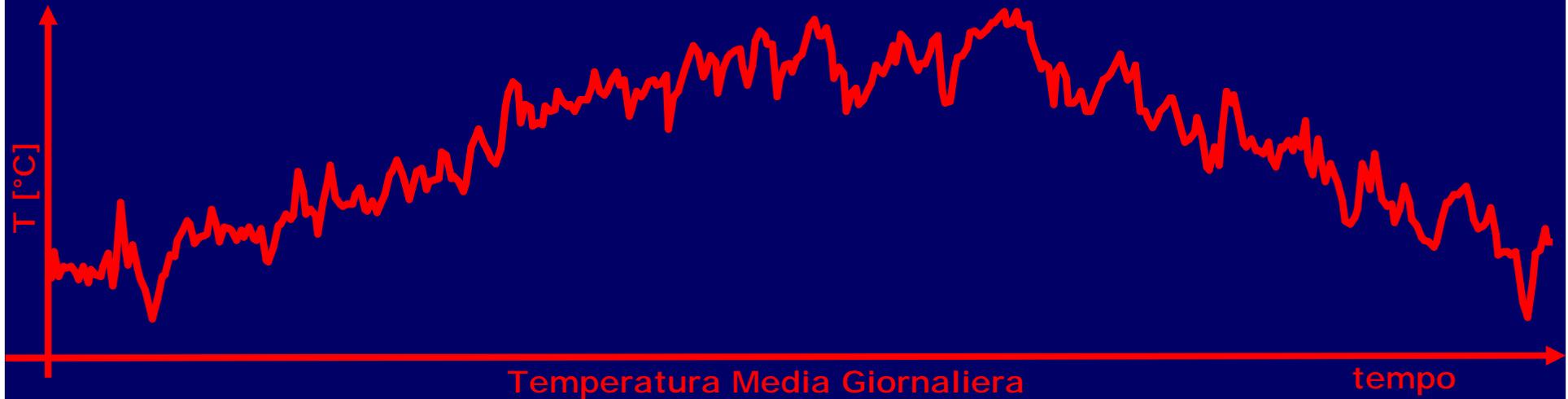
Alberi da frutto: Pomacee (Pero e Melo)

Modello di simulazione: CAR-DS



- Nuovo Modulo Adulto
- Algoritmo temperature crepuscolari
- Algoritmo precipitazioni

Modello Grafico CAR-DS



Coorte Iniziale

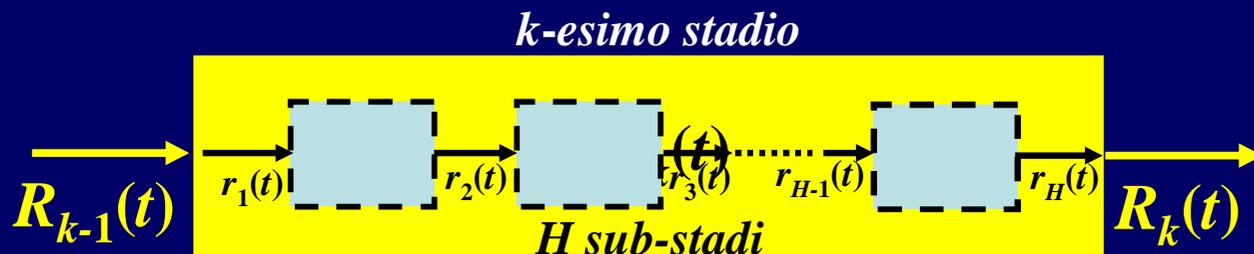
Modello a Ritardo Variabile

Modulo Adulto (Ovideposizione)

Modello a Ritardo Variabile (Stadi pre-immaginali)

Serie Multi-Coorte

Modello Grafico: Sviluppo Stocastico Stadio Giovanile



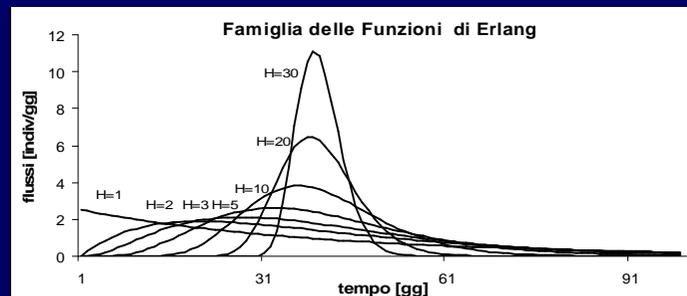
Modello Ritardo Variabile (Manetsch, 1976)

Modello Matematico Conservativo

$$\begin{cases} \frac{dN_k(t)}{dt} = R_{k-1}(t) - R_k(t) \\ R_k(t) = A_k(t) N_k(t) \end{cases}$$

Eq. Conservazione

Eq. Dinamica



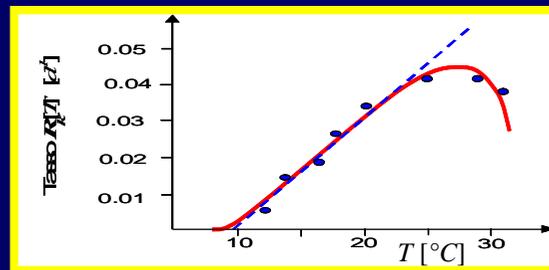
Funzione Forzante
Temperatura costante

$$A_k = \frac{H_k}{DEL_k}$$

n° di sub-stadi presenti nello stadio *k*
Valore Atteso (Funzione Erlang)

$$\begin{cases} \frac{dr_1(t)}{dt} = A_k \cdot [r_0(t) - r_1(t)] \\ \frac{dr_2(t)}{dt} = A_k \cdot [r_1(t) - r_2(t)] \\ \dots\dots\dots \\ \frac{dr_H(t)}{dt} = A_k \cdot [r_{H-1}(t) - r_H(t)] \end{cases}$$

Inverso Funzione Tasso di Sviluppo
(Popolazione Peciloterma)



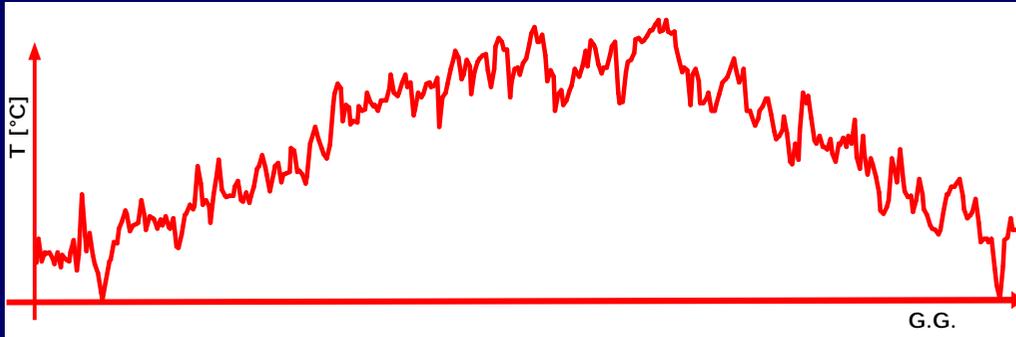
Funzione di Erlang

Temperatura variabile

$$R_k(t) = r_H(t) = \frac{A_k^H}{(H-1)!} \cdot e^{-A_k t} \cdot t^{H-1}$$

$$r_h(j) = r_h(j-1) + \frac{H_k}{DEL_k(j-1)} \left[r_{h-1}(j-1) - \left(1 + \frac{DEL_k(j) - DEL_k(j-1)}{H_k} \right) \cdot r_h(j-1) \right]$$

Moduli MRV

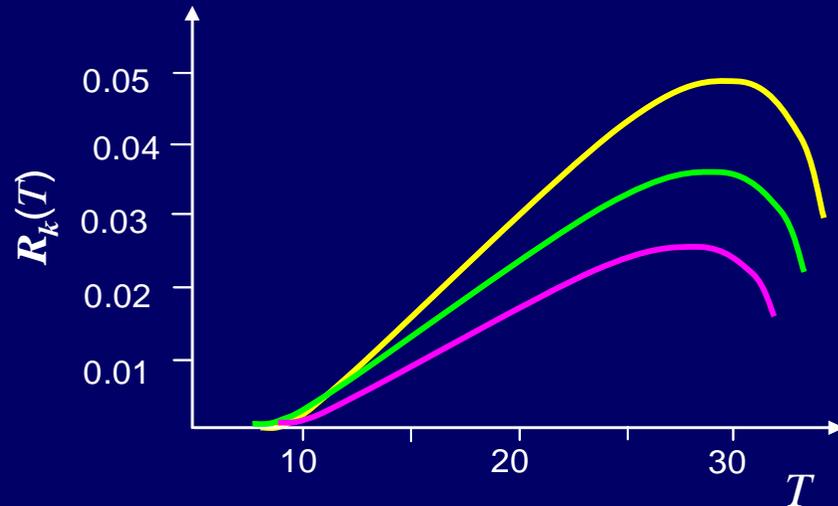


Funzione Forzante:

Temperatura Media Giornaliera

Funzione Tasso di Sviluppo: *Logan*

$$R[T_j] = p_1 \left(e^{p_2(T_j - T_{li})} - e^{(p_2(T_{ls} - T_{li}) - p_3(T_{ls} - T_j))} \right)$$



Parametri Logan
(Butturini et al, 1993)

Stadio	P1	P2	P3	T _{li}	T _{ls}
Uova	0,210	0,136	0,143	10	40
Larva	0,111	0,178	0,181	11	36
Pupa	0,182	0,146	0,152	11	38

Equazione Modulo MRV: *Manetsch (1976)*

Temperatura variabile

$$r_h(j) = r_h(j-1) + \frac{H_k}{DEL_k(j-1)} \left[r_{h-1}(j-1) - \left(1 + \frac{DEL_k(j) - DEL_k(j-1)}{H_k} \right) \cdot r_h(j-1) \right]$$

Parametri:

DEL Inverso Funzione
Tasso di Sviluppo *R(T)*

H (Stimato)

Modello di ADULTO presente in MRV-Carpo

Baumgärtner & Baronio, 1988

Funzione di Bieri

$$U(T) = \frac{a(T - T_0)}{b^{(T - T_0)}}$$

$U(T)$ è il numero di uova deposte

a e b = coefficienti empirici di calibrazione

T = età fisiologica in gradi giorno [DD]

T_0 = età fisiologica minima

Nuovo Modello di ADULTO

Curry & Feldman (1987)

Mathematical foundations of population dynamics

Tre componenti ovideposizione temperatura-dipendenti:

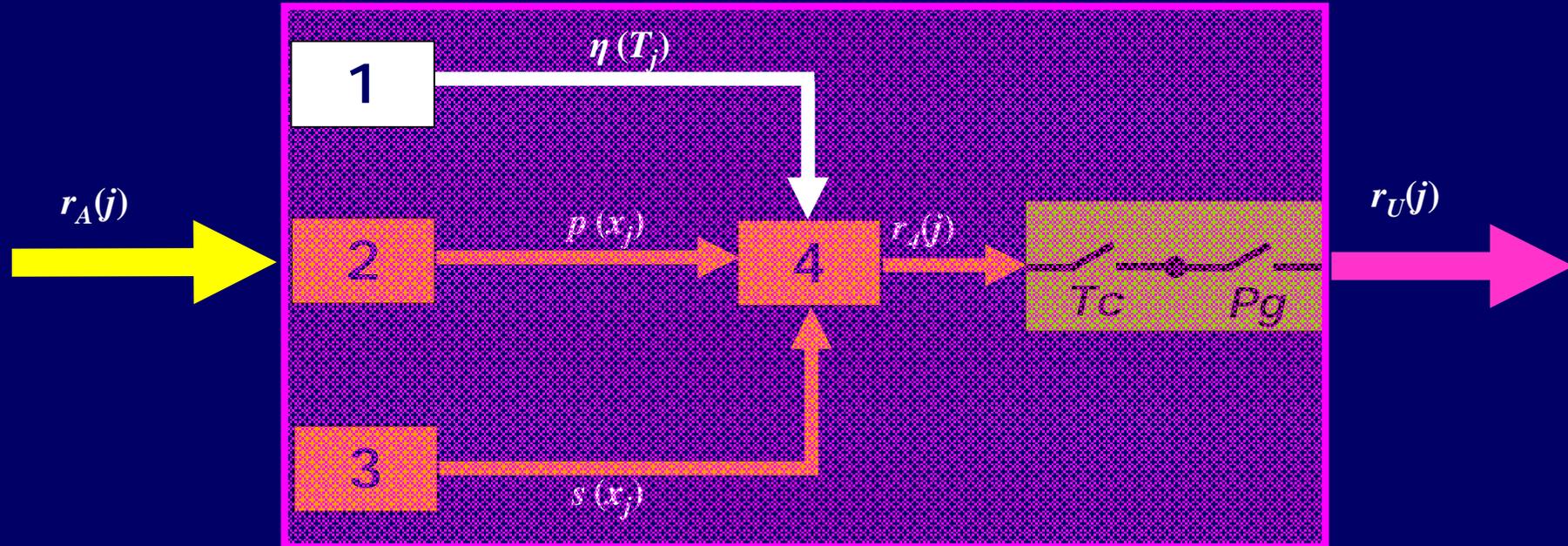
Fecondità totale, Tasso Ovideposizione, Tasso Sopravvivenza

Kim & Lee, 2003 - Oviposition model of *Carposina sasakii*

(Lepidoptera: Carposinidae) *Ecological Modelling*

Modulo ADULTO

Fecondità media totale dipendente dalla temperatura media



Kim & Lee, 2003

Richards, 1959 Hilbert & Logan, 1983

Shaffer & Gold, 1985 Allen et al, 1995

$$\eta(T_j) = ae^{\left(\frac{(b-T_j)}{1 + \frac{(b-T_j)}{k}} - e^{\left(\frac{b-T_j}{k} \right)} \right)}$$

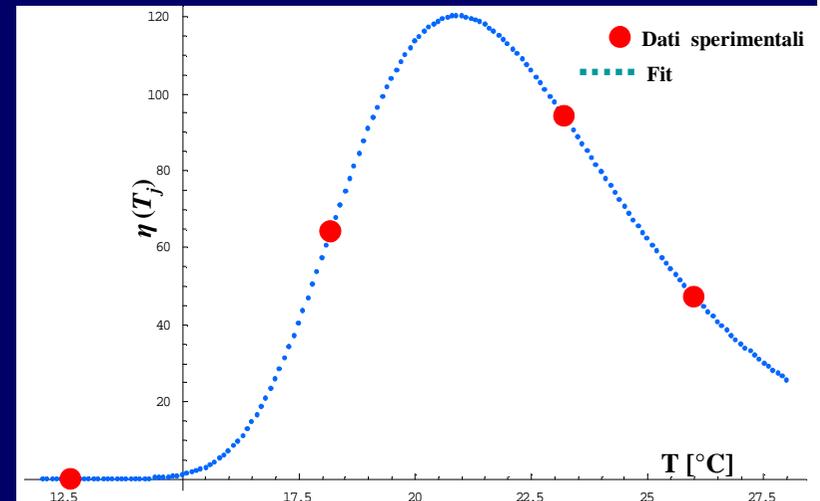
a = fecondità massima

b = T [°C] a cui si ha fecondità massima

k = coefficiente di calibrazione

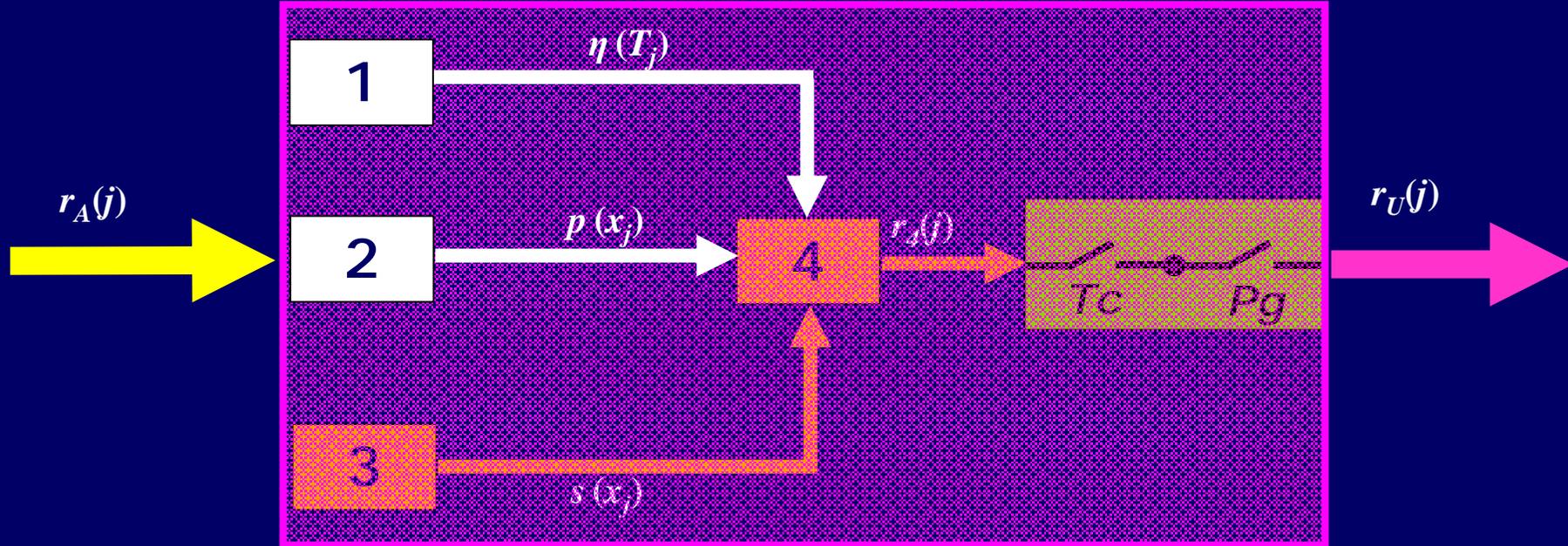
Dati sperimentali:

Butturini et al, 1993



Modulo ADULTO

Tasso di oviposizione giornaliero in funzione dell'età dell'adulto



Kim & Lee, 2003

Mack et al, 1987 Mack & Smith, 1992

$$p(x_j) = 1 - e^{-(x_j - \alpha)^\beta}$$

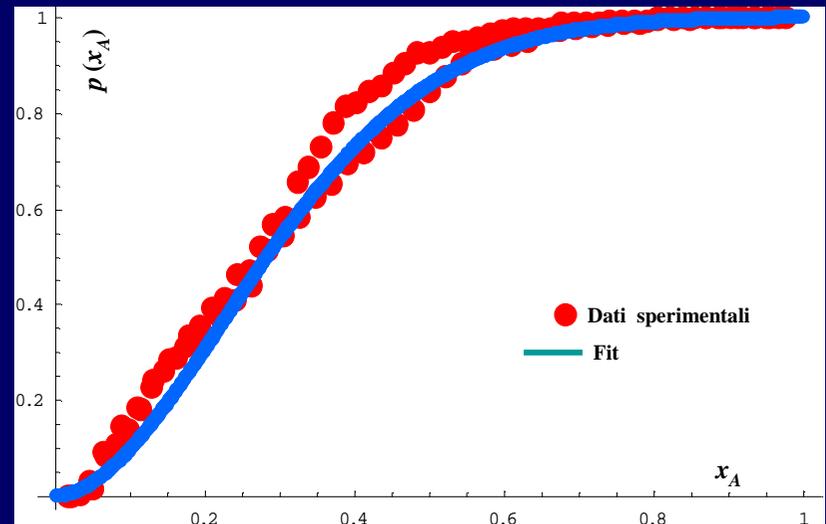
$p(x_j)$ = valore cumulato delle uova deposte in funzione dell'età fisiologica dell'adulto

α e β = coefficienti di calibrazione

x_j = età fisiologica

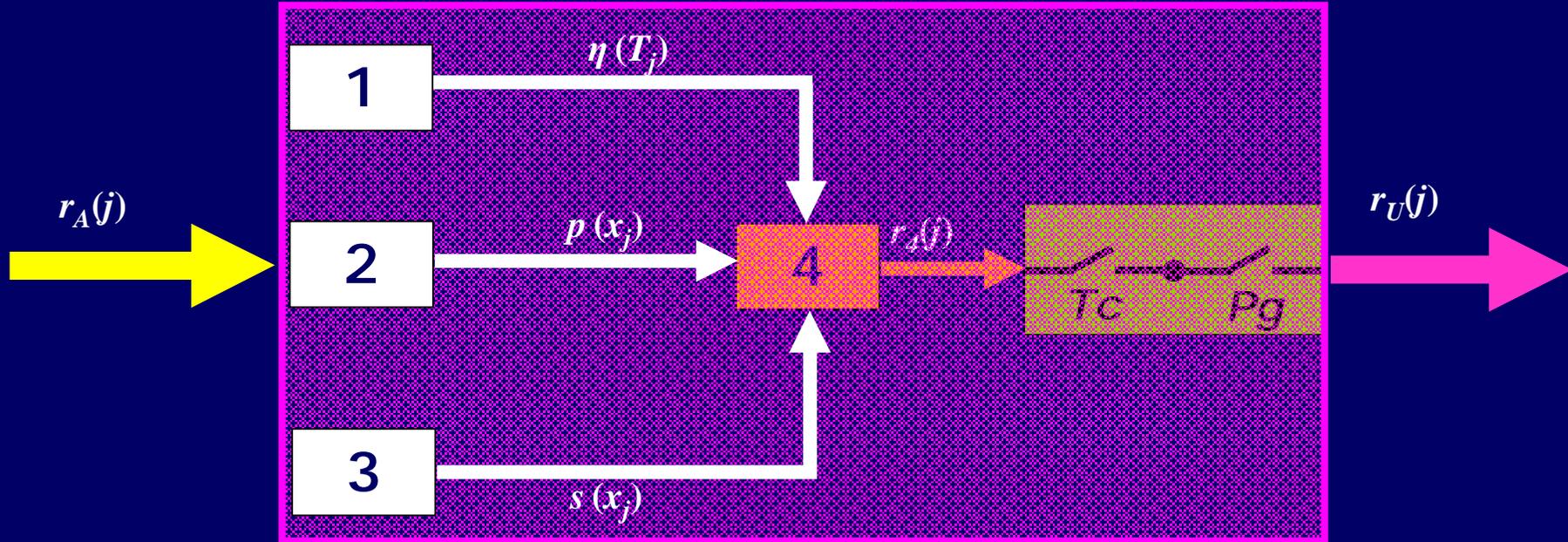
Dati sperimentali:

Butturini et al, 1993



Modulo ADULTO

Tasso di sopravvivenza degli adulti in funzione dell'età fisiologica



Kim & Lee, 2003

Birley, 1977 Clements & Paterson, 1982

Barlett & Murray 1986

$$s(x_j) = \frac{1}{1 + e^{\left(\frac{\gamma - x_j}{\delta}\right)}}$$

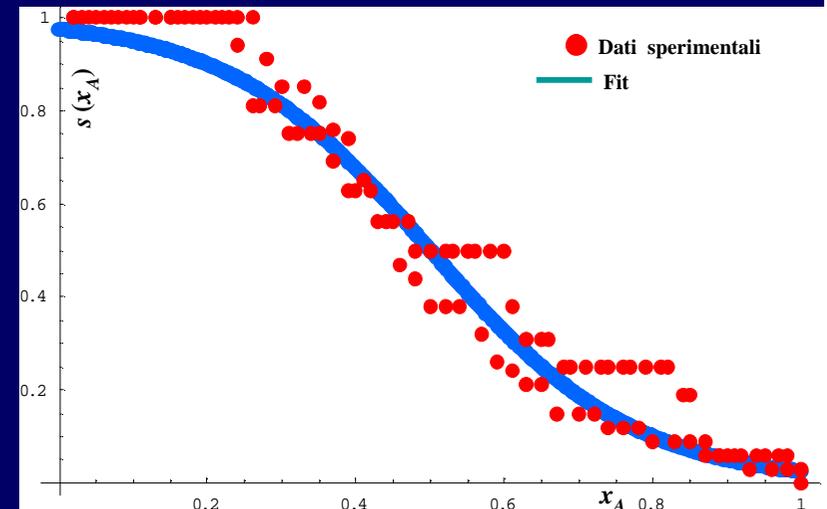
γ = età fisiologica adulti (soprav. del 50%)

δ = coefficiente di calibrazione

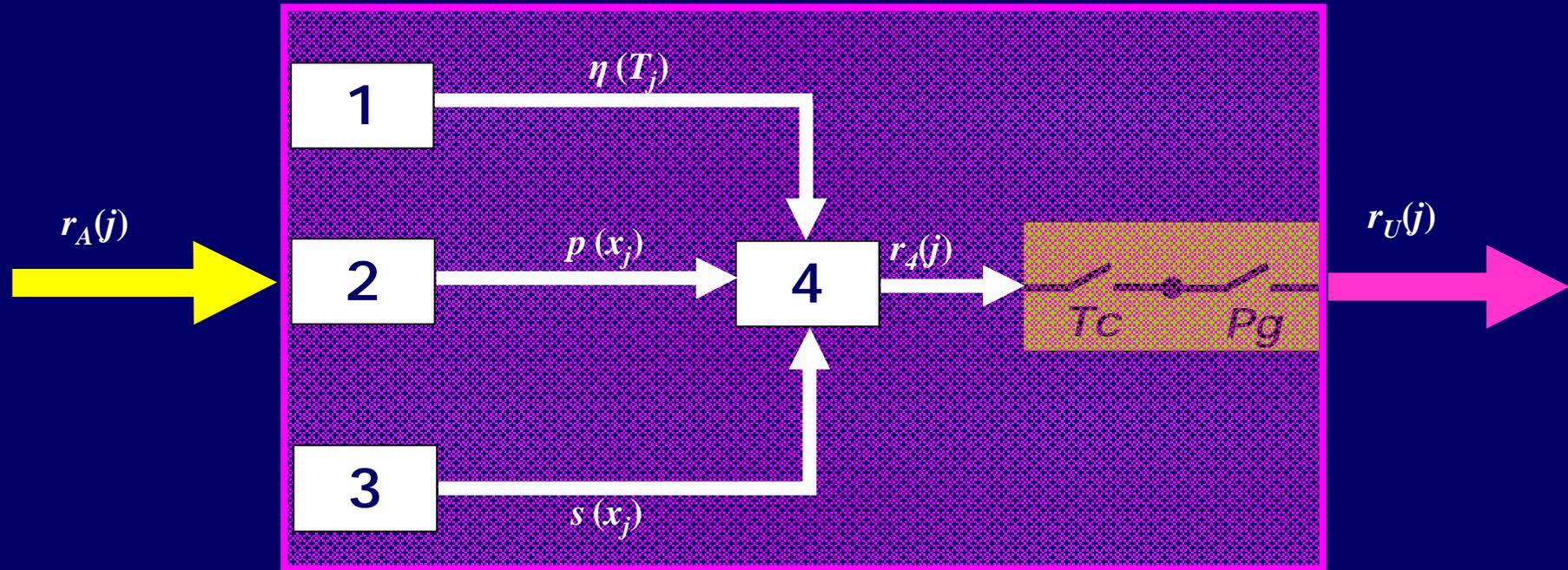
x_j = età fisiologica

Dati sperimentali:

Butturini et al, 1993



Modulo ADULTO



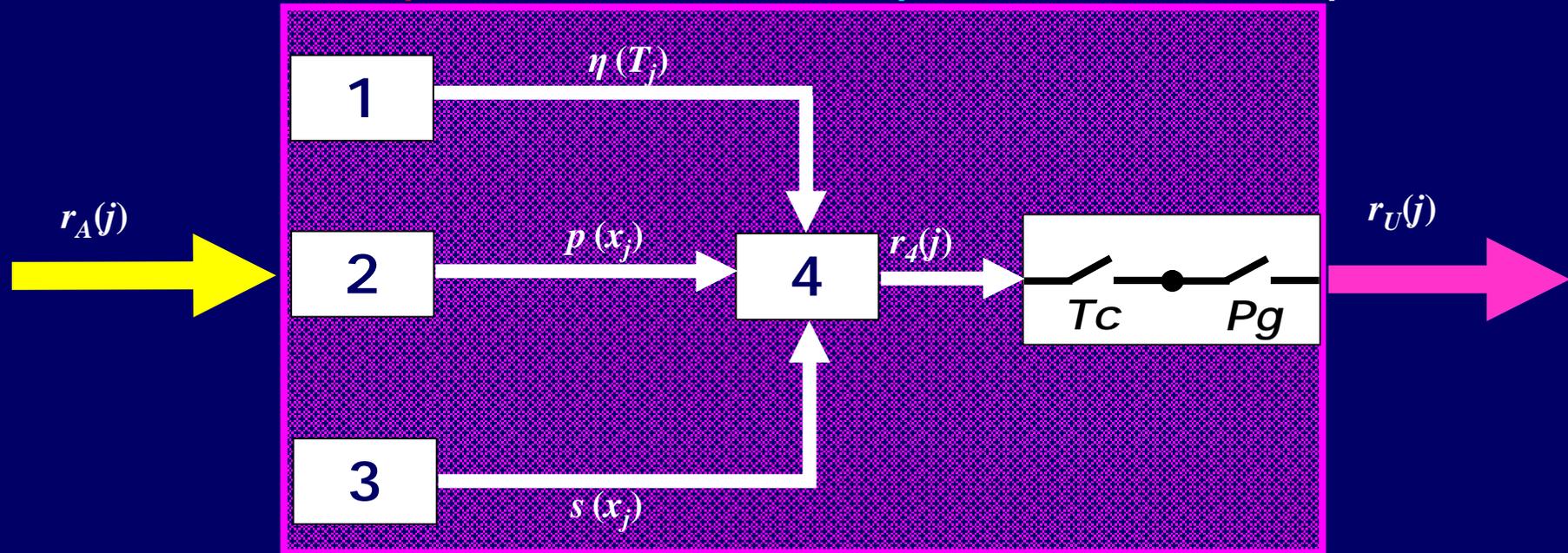
DEPOSIZIONE GIORNALIERA DI UOVA

(Kim & Lee, 2003)

$$r_4(j) = r_A(j) \left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 2 & 3 & s(x_j) + s(x_{j+1}) \\ \hline \eta(T_j) & p(x_{j+1}) - p(x_j) & & 2 \end{array} \right]$$

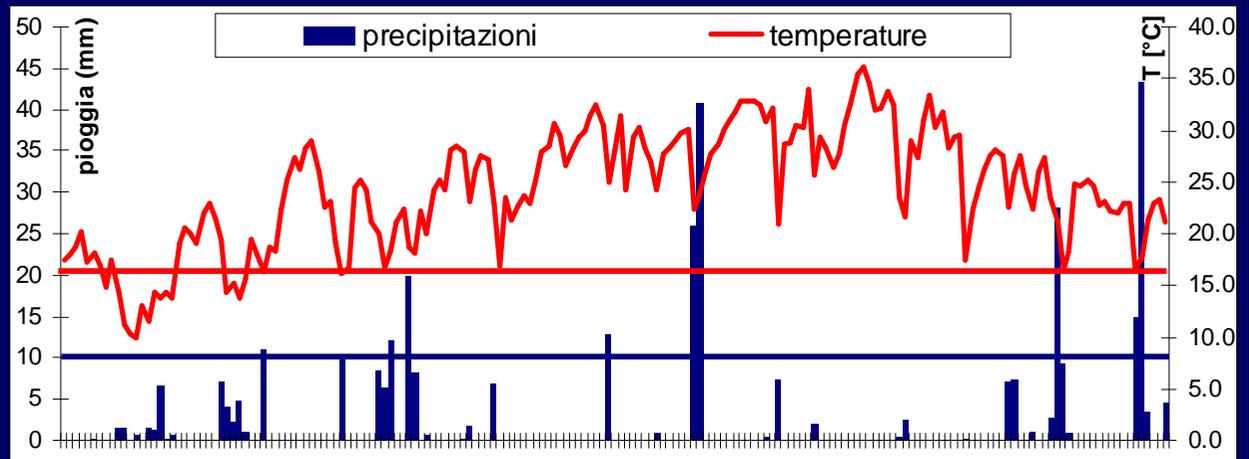
Modulo ADULTO

Effetto della **Temperatura** e delle **Precipitazioni** sull'Ovideposizione

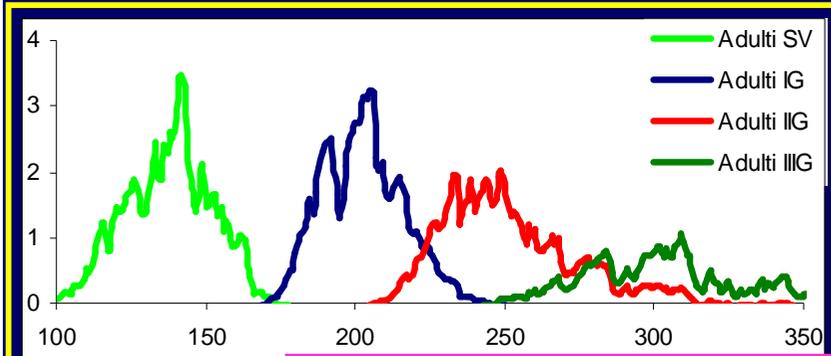


Soglia Temperature
Crepuscolari [T_c]:
> 15,6 °C

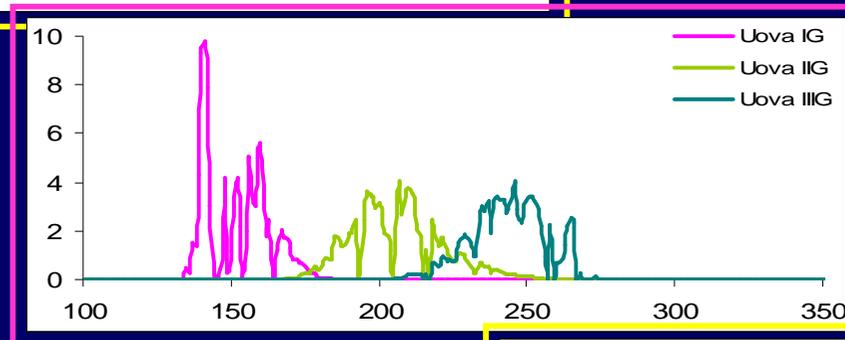
Soglia Precipitazioni
Giornaliere [P_g]:
< 10 mm



Grafici Simulazione CAR-DS

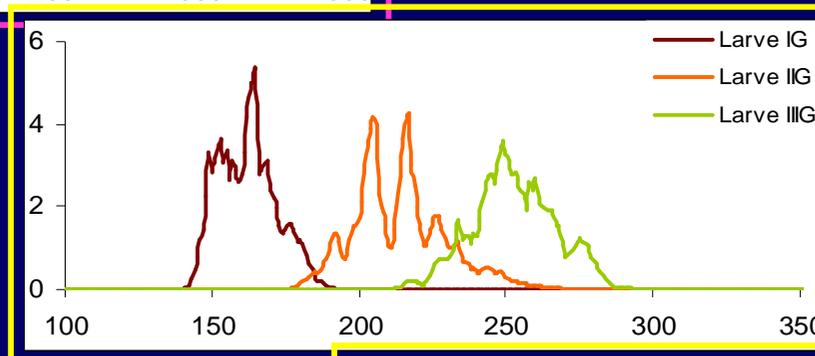


Flussi giornalieri di individui

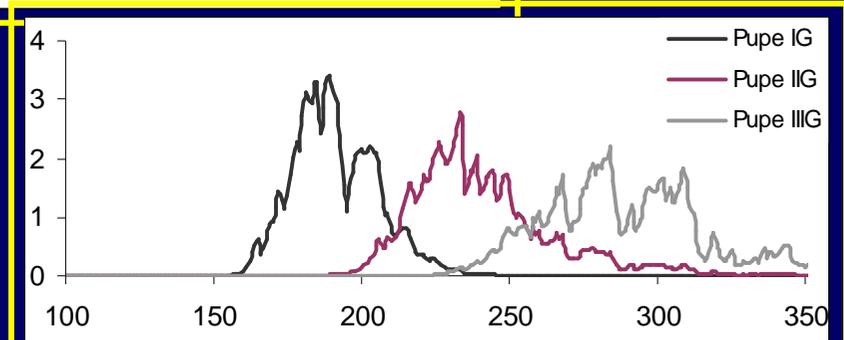


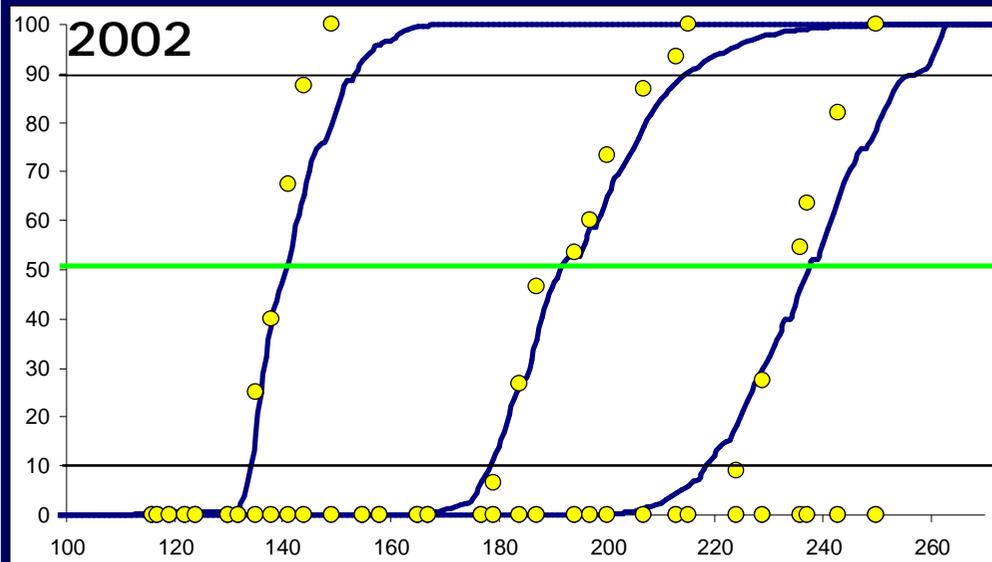
Risultato Modulo Adulto
(Ovideposizione)

Distinzione delle tre
generazioni

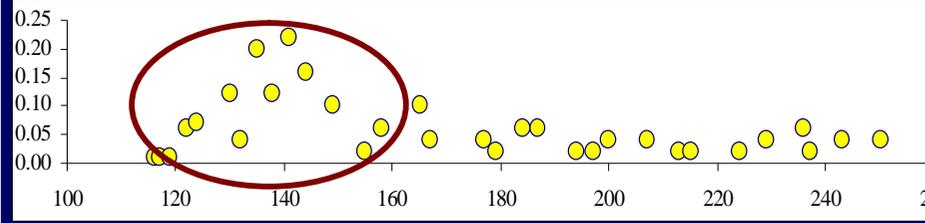


Sovrapposizione delle generazioni

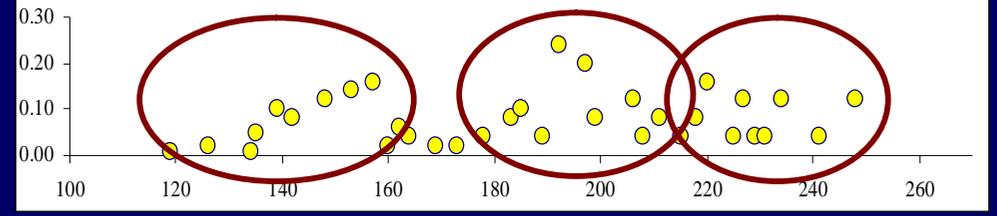
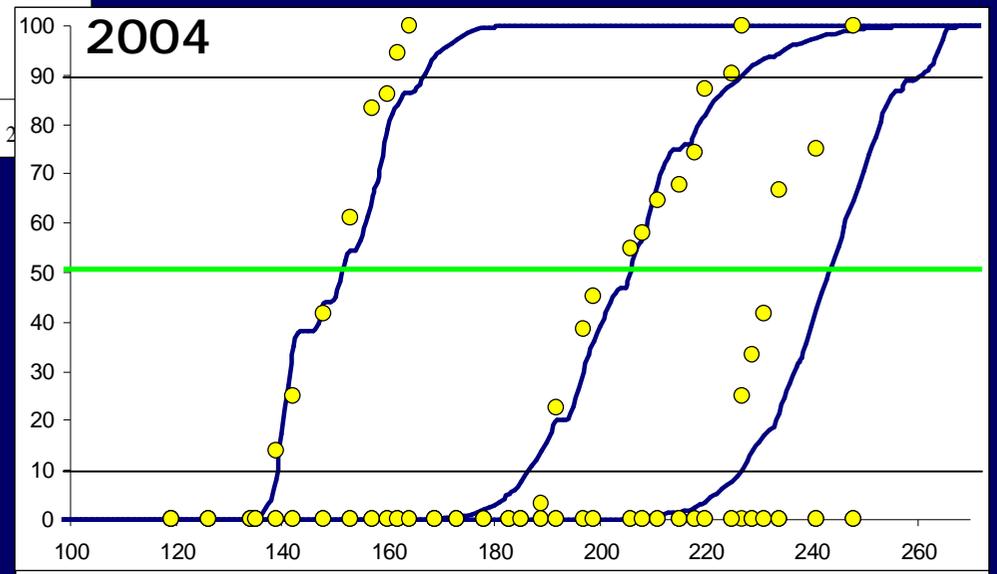


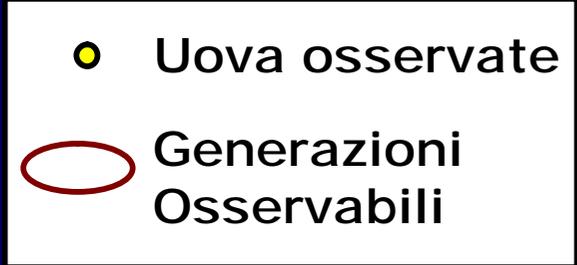
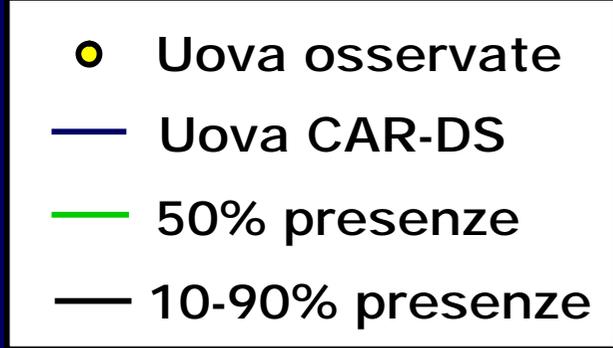
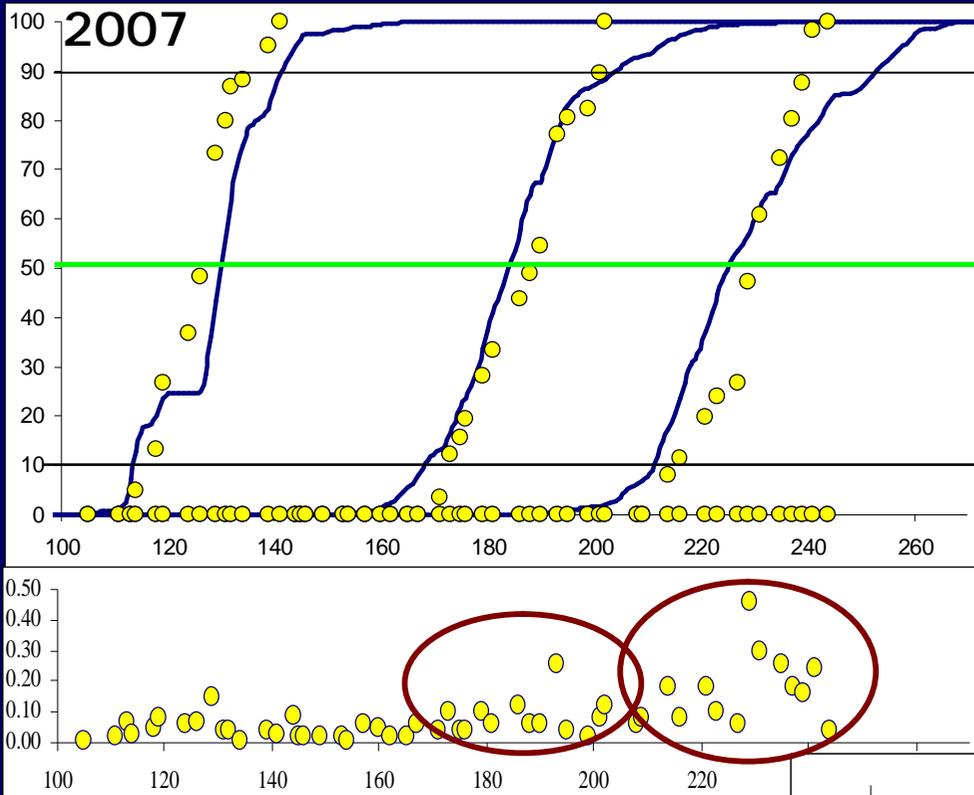


- Uova osservate
- Uova CAR-DS
- 50% presenze
- 10-90% presenze

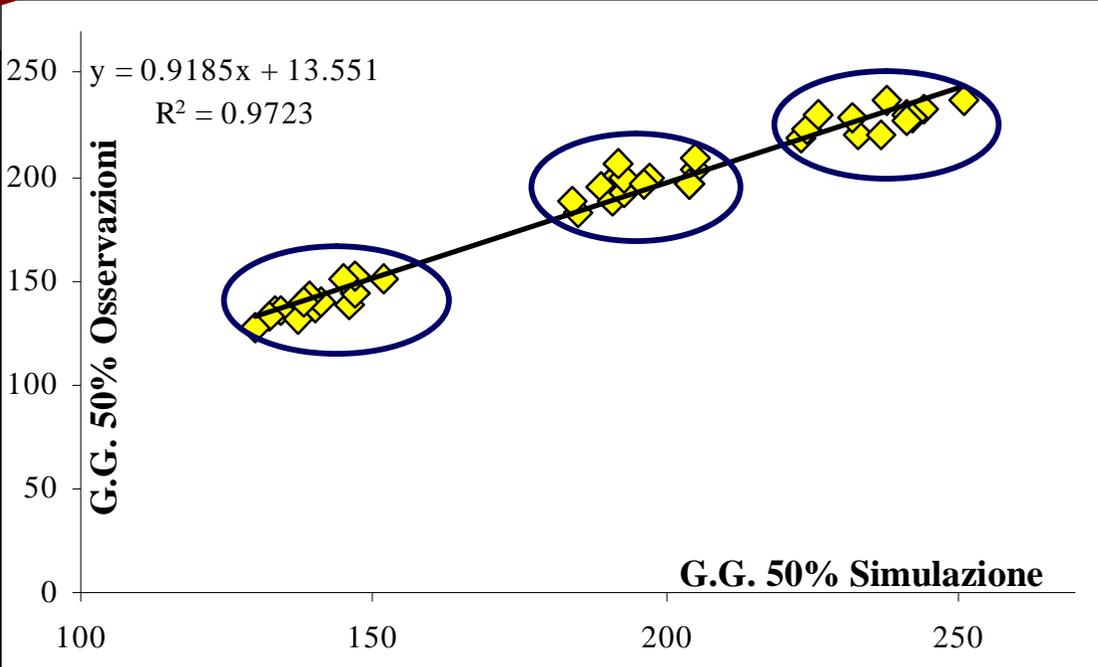


- Uova osservate
- Generazioni Osservabili





**Confronto risultati
 del CAR-DS ed
 Osservazioni in
 campo dal 1998 al
 2007**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE