

## Resumen

Hemos estudiado la dinámica y control poblacional utilizando un formalismo sujetos a la interacción presa-depredador, a partir de un modelo tipo Lotka-Volterra. Una generalización ha sido propuesta para evaluar la densidad de hospederos o insectos parasitoides (moscas blancas) desde una densidad de depredadores naturales y densidad de plantación en analogía a una larga área de cultivo. Cambiando algunos parámetros ajustables, hemos encontrado situaciones lejanas del equilibrio, en que la dinámica de depredadores naturales está sujeta a la dinámica de hospederos. Esos hospederos por su vez, se adaptan en larga escala a la dinámica de plantación, agotando los recursos naturales con gran eficiencia. En ese modelo, la inserción de variables ambientales de crecimiento para la plantación pueden resultar en fluctuaciones en las escalas de incremento de las moscas en perjuicio a su propio desarrollo.

## Mosca Blanca

- ▶ *Trialeurodes vaporariorum* o *Bemisia tabaci*
- ▶ Durante el invierno se encuentra de forma fija en el envés de las hojas
- ▶ Las atraen los colores amarillo y verde claro. Se nutre de hojas y de las partes jóvenes de las plantas



*Trialeurodes vaporariorum* — La población pronto se elevará si las condiciones climáticas son óptimas [1]. Foto: Magnus Gammelgaard.



*Bemisia tabaci* — Adulto de la mosca blanca está dejando las pupas [1]. Foto: Magnus Gammelgaard.

## Ecuación Lotka-Volterra

- ▶ El modelo de Lotka-Volterra:

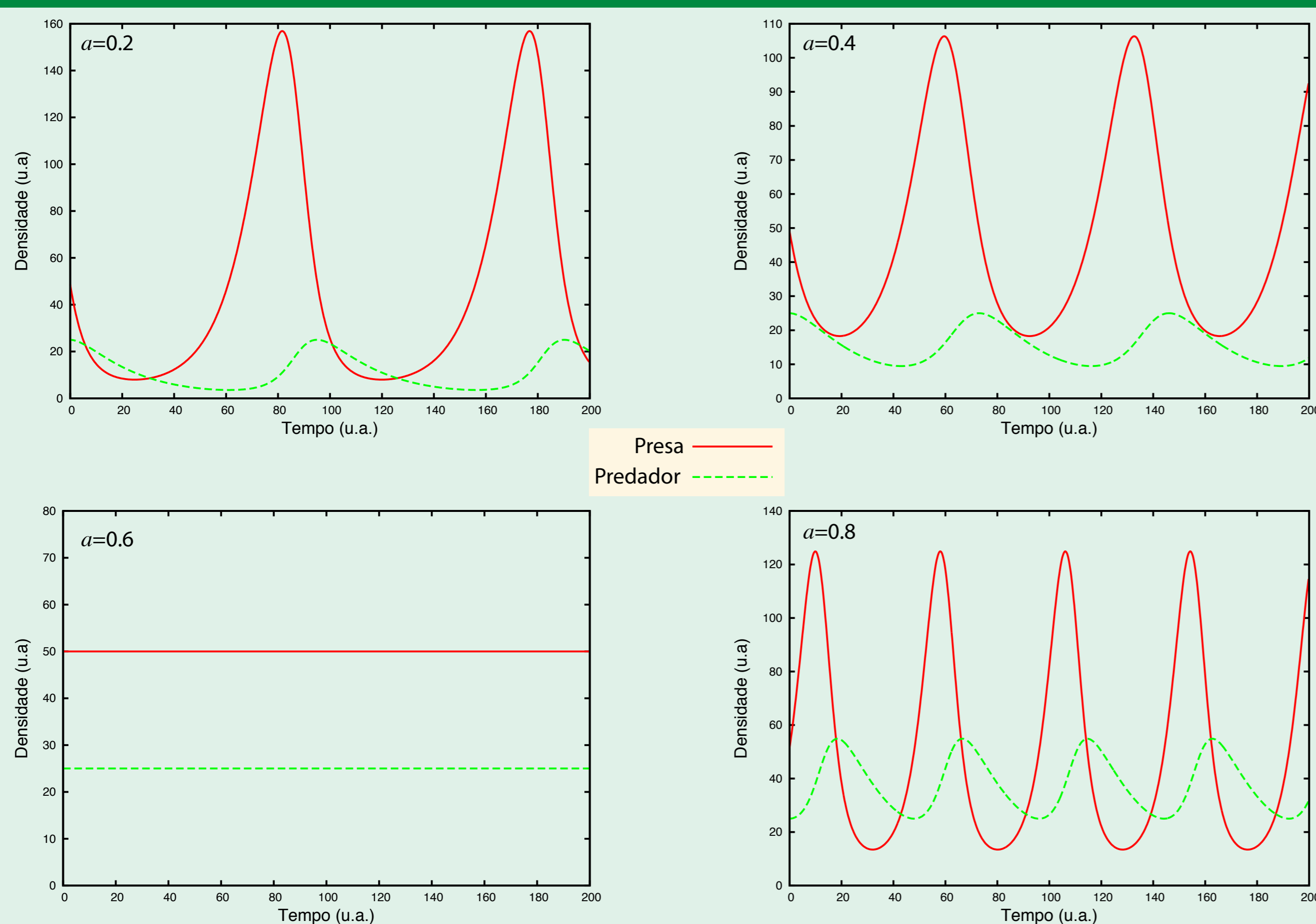
$$\frac{dN}{dt} = aN - bNP$$

$$\frac{dP}{dt} = cNP - dP$$

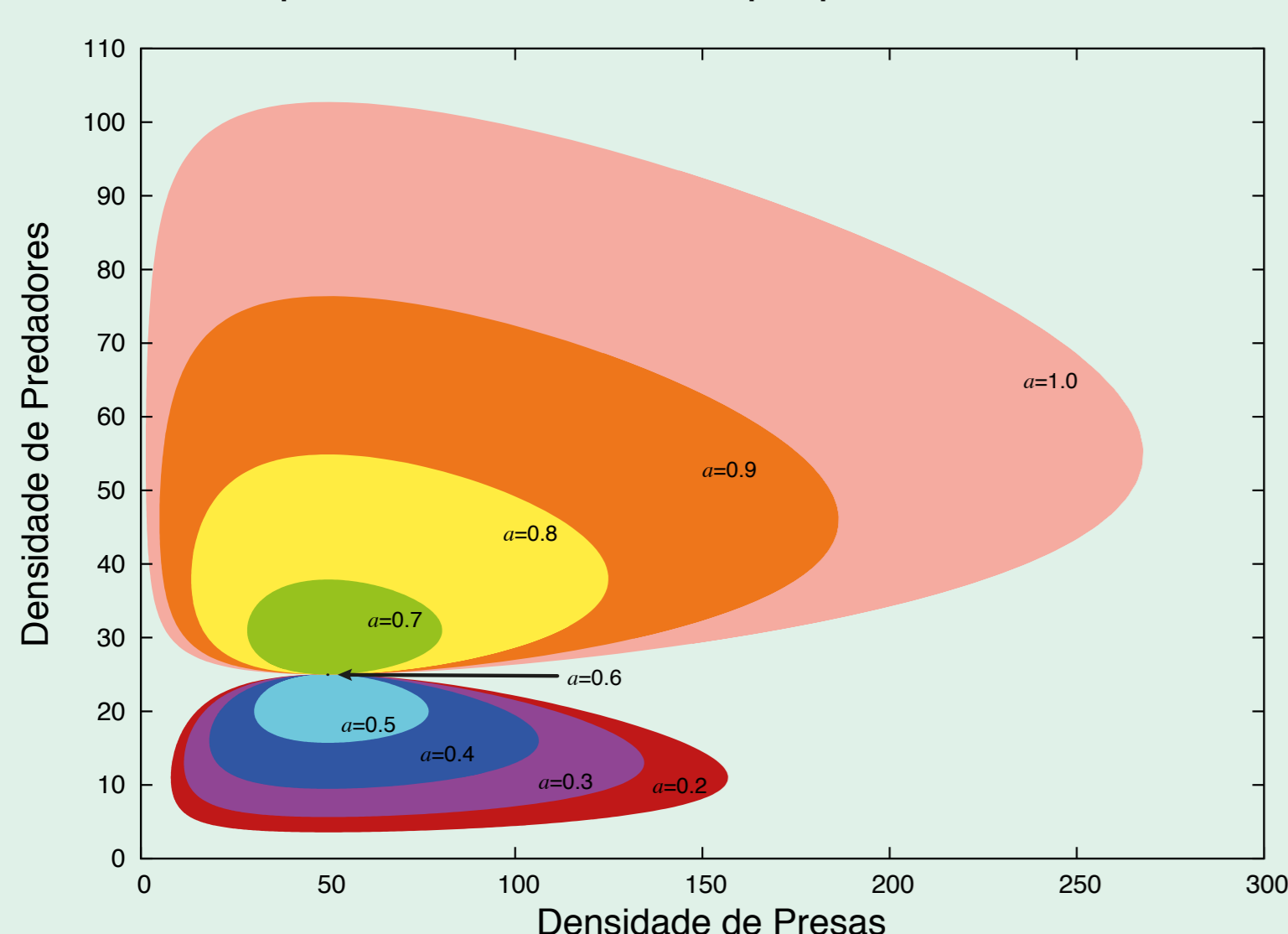
- ▶ Parámetros:
  - ▷  $N$ : densidad de presa
  - ▷  $P$ : densidad de depredadores
  - ▷  $a$ : tasa intrínseca de crecimiento de población de presa
  - ▷  $b$ : coeficiente de depredación
  - ▷  $c$ : coeficiente de reproducción del depredador por presa comida
  - ▷  $d$ : tasa de mortalidad de depredadores

- ▶ Problemática
  - ▷ El problema se plantea cuando ocurre la interacción real o hipotética entre la plantación, la presa y el depredador, considerando que la presa es, simultáneamente, el hospedero o insecto parasitoide. El objetivo es buscar la manera de encontrar el equilibrio entre los mismo para que se logre una plantación económicamente beneficiosa y al mismo tiempo que el sistema de interacción entre depredadores y presa no colapse.

## Dinámica del sistema presa-depredador



Densidad de población versus tiempo para diferentes valores de  $a$  para las condiciones iniciales  $N_0 = 25$  y  $P_0 = 50$ .



Fase en el plano XY para el sistema presa-depredador. La gráfica muestra la transición del periodo de un ciclo límite cambiando el parámetro  $a$ , con las mismas condiciones iniciales ( $N_0 = 25$  y  $P_0 = 50$ ).

## Problemática plantación-parasitoide-depredador

- ▶ Se llegó a la conclusión de que la ecuación Lotka-Volterra no se aplica a la realidad, ya que sólo se verifica en un parámetro
- ▶ Pero... si agregamos la plantación?

## Modelo para 3 especies

- ▶ El modelo de Lotka-Volterra para 3 especies:

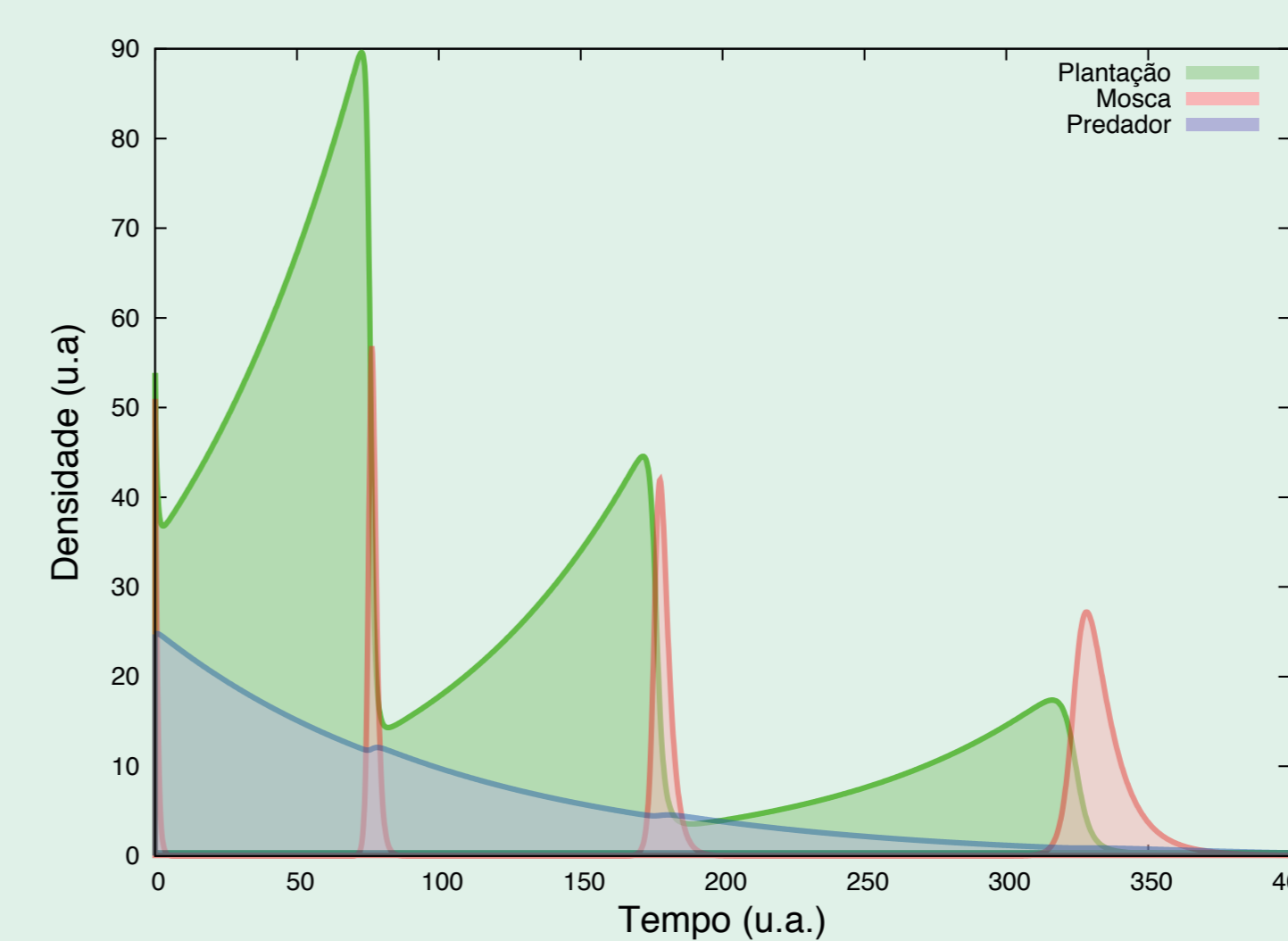
$$\frac{dN}{dt} = aN - bNP + eFN$$

$$\frac{dP}{dt} = cNP - dP$$

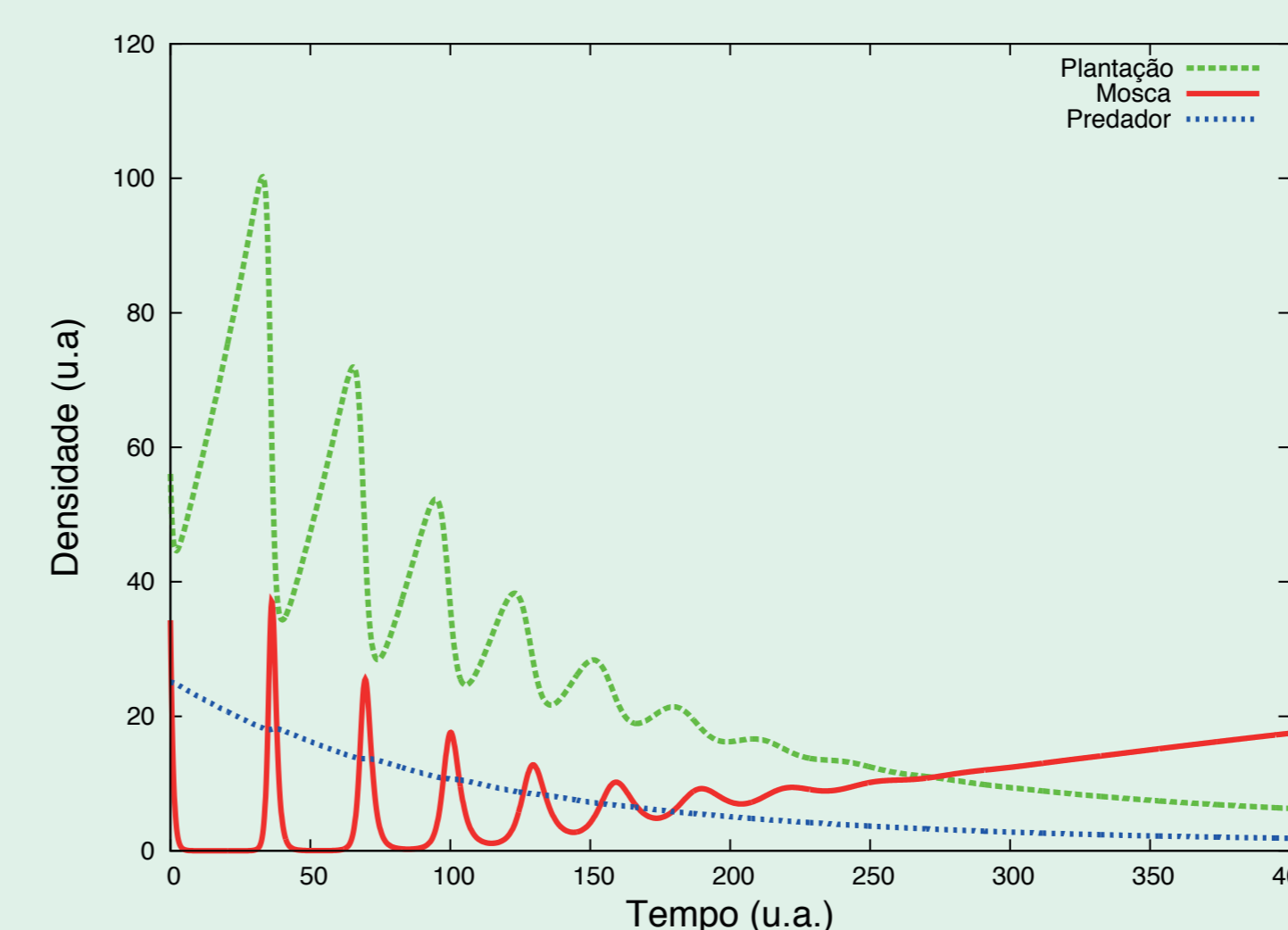
$$\frac{dF}{dt} = fF - gFN + h$$

- ▶ Parámetros:  $N$ : densidad de hospederos parasitoides;  $P$ : densidad de depredadores naturales exclusivo del insecto hospedero;  $F$ : densidad de una plantación afectada solo por el hospedero y factores ambientales;  $a$ : tasa intrínseca de crecimiento de población de hospederos;  $b$ : coeficiente de depredación depredador-hospedero;  $c$ : coeficiente de reproducción del depredador por hospedero comido;  $d$ : tasa de mortalidad de depredadores;  $e$ : tasa reproducción del hospedero por planta comida;  $f$ : tasa de crecimiento de la plantación;  $g$ : coeficiente de depredación hospedero-plantación;  $h$ : soporte a la plantación (insumos agrícolas).

## Dinámica del sistema plantación-parasitoide-depredador



Densidad de población versus tiempo para  $a = 0.0001$ ,  $b = 0.1$ ,  $c = a$ ,  $d = 0.01$ ,  $e = 0.013$ ,  $f = 0.01$ ,  $g = 0.03$ ,  $h = 0$  y condiciones iniciales  $N_0 = 40$ ,  $P_0 = 25$  y  $F_0 = 60$ .



Densidad de población versus tiempo para  $a = 0.0001$ ,  $b = 0.1$ ,  $c = a$ ,  $d = 0.01$ ,  $e = 0.013$ ,  $f = 0.01$ ,  $g = 0.03$ ,  $h = 1$  y condiciones iniciales  $N_0 = 40$ ,  $P_0 = 25$  y  $F_0 = 60$ .

## Conclusiones

- ▶ El nuevo modelo es aplicable a la dinámica poblacional de insectos de interés productivo en agricultura
- ▶ Cambiando algunos parámetros ajustables, hemos encontrado situaciones lejanas del equilibrio, en que la dinámica de depredadores naturales está sujeta a la dinámica de hospederos
- ▶ En ese modelo, la inserción de variables ambientales de crecimiento para la plantación pueden resultar en fluctuaciones en las escalas de incremento de las moscas en perjuicio a su propio desarrollo

## Bibliografía

- ▶ <http://plante-doktor.dk/melluseng.htm>.
- ▶ Briggs 2000: C. J. Briggs, S. M. Sait, M. Begon, D. J. Thompson y H. C. L. Godfray, *Journal of Animal Ecology* **69**, 352 (2000).
- ▶ Jacob 2000: E. Ben-Jacob, I. Cohen y H. Levine, *Adv. Phys.* **49**, 395 (2000).
- ▶ Bonabeau 1997: E. Bonabeau, G. Theraulaz, J. L. Deneubourg, S. Aron y S. Camazine, *Trends Ecol. Evol.* **12**, 188 (1997).
- ▶ González 2006: J. G. González, E. R. Benítez y A. López-Ávila, *Revista Colombiana de Entomología* **32**, 10 (2006).