

Ecología: Primer parcial

8 de mayo de 2015

- Como parte de un proyecto de investigación sobre dinámica poblacional, usted realiza una serie de experimentos con lentejas de agua (*Araceae*). La Fig. 1 muestra los resultados del experimento para *Lemna* sp. creciendo en cultivos monoespecíficos o en presencia de otra especie *Spirodela*. (a) Describa un modelo de dinámica poblacional que pueda describir el tipo de crecimiento poblacional observado en la Fig. 1. (b) ¿Es razonable pensar que la tendencia que se ve en los datos se mantendrá indefinidamente? ¿Por qué? (c) ¿Cómo supone el modelo propuesto en el punto a que cambia la tasa per cápita de crecimiento a medida que aumenta la densidad poblacional?

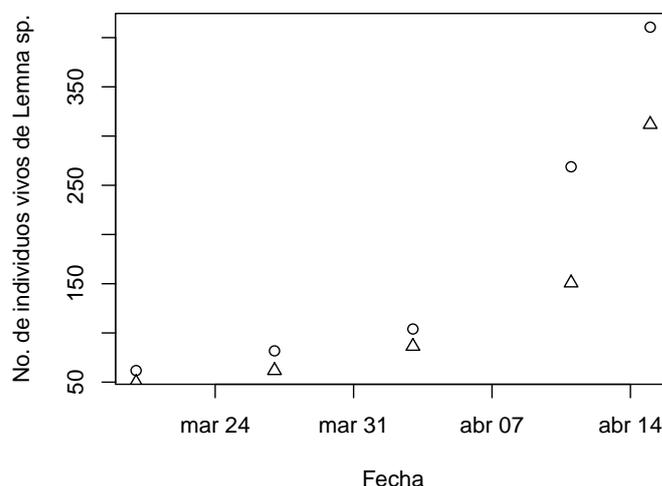


Figura 1: Resultados de un experimento para estudiar la dinámica poblacional de lentejas de agua. La figura muestra la abundancia promedio de individuos de la lenteja de agua *Lemna* sp. creciendo en cultivos monoespecíficos (círculos) o en presencia de otra especie, *Spirodela* sp. (triángulos).

- Si suponemos que la tendencia observada en los datos de la Fig. 1 no puede mantenerse indefinidamente, (a) ¿qué modelo alternativo al propuesto en el punto 1 sería más razonable? Descríbalo. (b) ¿Qué relación supone este modelo entre la tasa per capita de crecimiento poblacional y la densidad? (c) ¿Es razonable esta relación entre tasa per capita y densidad?; ¿se le ocurre alguna relación alternativa?
- Alma *et al.* (2015) estudiaron las interacciones entre el cactus *Opuntia sulphurea* y las hormigas que visitan sus nectarios extraflorales, para evaluar si se trataba de un mutualismo de defensa anti-herbívoros. Realizaron experimentos de exclusión de hormigas en los que compararon la producción de semillas de la planta en ausencia (exclusión) y en presencia (control) de hormigas. La Fig. 2 muestra los resultados del estudio. (a) ¿Qué nos dicen estos resultados sobre esta interacción planta-hormiga? (b) ¿Se trata, como supusieron los autores, de un mutualismo de defensa? (c) En base a los resultados de la figura, ¿hay evidencia de que alguna de las especies esté beneficiada o perjudicada por esta interacción?

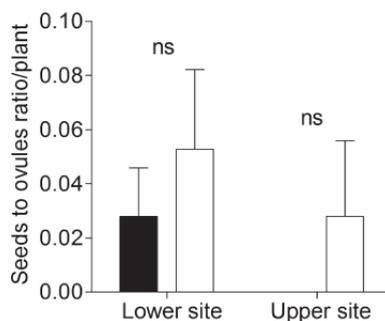


Figura 2: Proporción de óvulos que produjeron semillas (una medida del éxito de productivo) de plantas del cactus *Opuntia sulphurea* cultivadas en macetas en ausencia (exclusión, barras blancas) y en presencia (control, barras negras) de hormigas en sitios a dos elevaciones contrastantes en la Reserva Natural Villavicencio, Mendoza, Argentina (“ns” indica diferencias estadísticamente no significativas entre exclusión y control). Fuente: Alma *et al.* (2015).

4. *Hormathophylla spinosa* es un arbusto espinoso de la región de Andalucía, España. Estudios de Gómez (2002) indican que existe una correlación negativa entre el número de espinas en una planta y su éxito reproductivo, lo que sugiere que la producción de espinas para defenderse de los herbívoros tiene un costo reproductivo alto. La Fig. 3 muestra el cambio en la densidad de espinas por planta como resultado de un experimento de exclusión de ungulados, los principales herbívoros de *H. spinosa* en la región de estudio. Describa los resultados del experimento y ofrezca una explicación del patrón observado.

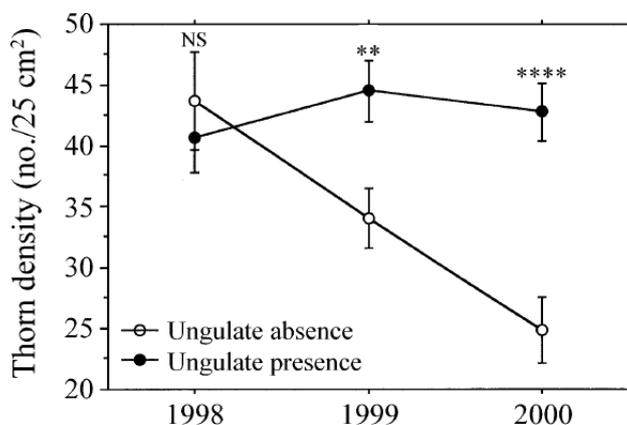


Figura 3: Cambio en el número de espinas (thorns) a lo largo del tiempo en el arbusto *Hormathophylla spinosa* en parcelas cercadas para excluir a los ungulados (círculos blancos) y no cercadas (con ungulados; círculos negros). Fuente: Gómez (2002).

5. En un estudio para estimar el tamaño de un nido de la hormiga cortadora *Acromyrmex striatus* por el método de captura y recaptura en un sitio de la Reserva Natural Villavicencio se obtuvieron los siguientes resultados: 100 individuos marcados en la primera captura, los cuales fueron liberados en el sitio de captura; 1000 individuos capturados en la segunda captura, de los cuales 10 estaban marcados. (a) ¿Cuál es el número de individuos estimado para este nido? (b) ¿Cómo hubiera cambiado su estimación si algunas de las 100 hormigas marcadas en la primera captura hubieran desaparecido como consecuencia de la predación (¡o del pisoteo de los investigadores!)?
6. En la Isla Victoria, Parque Nacional Nahuel Huapi, existe desde hace unos 80 años una plantación de más de cien especies de árboles exóticos que incluyen algunas especies que son altamente invasoras (particularmente algunas pináceas). Sin embargo, a pesar de que las semillas son dis-

persadas por el viento fuera de la plantación, muy pocos árboles exóticos se han establecido en el bosque nativo circundante. Nuñez *et al.* (2008) evaluaron la hipótesis de que la predación de semillas posdispersiva limita el establecimiento de pináceas exóticas. Las predicciones fueron que la predación de semillas sería más intensa en zonas lejanas a las plantaciones que en zonas cercanas a ellas, y que las semillas exóticas serían preferidas sobre las semillas de árboles locales. La Fig. 4 muestra parte de los resultados del estudio de Nuñez *et al.* (2008). (a) ¿Son consistentes estos resultados con la hipótesis planteada y sus predicciones asociadas? ¿Por qué? (b) ¿Se le ocurre alguna otra explicación (no necesariamente excluyente) del patrón observado? (c) ¿Se llegan a conclusiones diferentes con las distintas especies de pináceas?

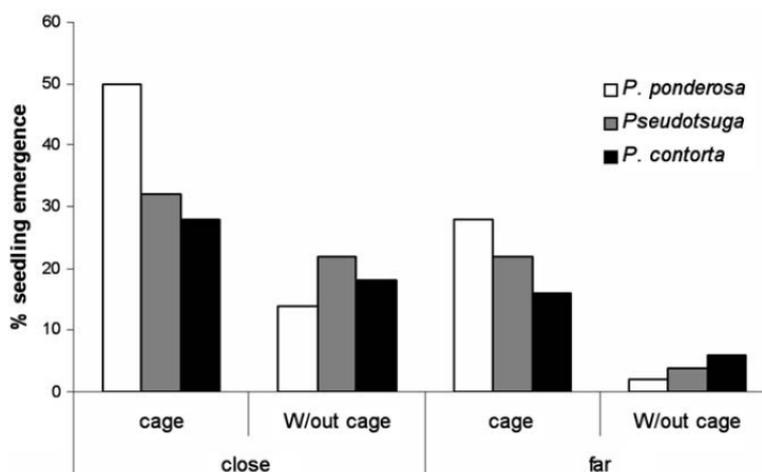


Figura 4: Resultados del estudio de Nuñez *et al.* (2008) mostrando el porcentaje de plántulas emergidas en los diferentes tratamientos para tres especies de pináceas estudiadas. Las tasas de emergencia de plántulas fueron estadísticamente diferente entre zonas cercanas y zonas alejadas de las plantaciones y entre plántulas enjauladas (caged) y sin jaula (W/out cage), pero no entre las especies de plantas.

7. Considere nuevamente el modelo de crecimiento poblacional propuesto en el punto 1. (a) ¿Cómo modificaría este modelo para incorporar el efecto de una población de un predador y modelar la dinámica de las dos especies? (b) ¿El modelo es estable? Justifique la respuesta. (c) ¿Qué podría agregar al modelo para mejorar su estabilidad, en base a lo que se sabe sobre la dinámica de interacciones predador-presa?
8. En el modelo propuesto en el punto 7, (a) ¿qué tipo de respuesta funcional de los predadores a la abundancia de la presa se supone que existe? (b) ¿Se le ocurre otro tipo de respuesta funcional? ¿Cuál le parece razonable? (c) ¿La respuesta funcional del predador a la abundancia de la presa, es lo mismo que la respuesta numérica? Explique por qué considera que son iguales o diferentes.
9. Considere dos especies que se superponen parcialmente en el uso de recursos limitantes (como *Lemna* y *Spirodela* en el punto 1). (a) ¿Cómo debería modificar la ecuación propuesta en el punto 2 para incorporar el efecto de la competencia entre estas dos especies? (Escriba una ecuación para cada especie.) (b) Dibuje un diagrama de fases (N_2 vs. N_1) con las isoclinas de crecimiento de cada especie para un caso en el que las dos especies coexisten en forma estable.
10. Ehrlén & Eriksson (2000) estudiaron la distribución de siete especies de plantas herbáceas en fragmentos de bosque. Se preguntaron qué factores limitan la distribución de estas plantas en los fragmentos de bosque estudiados. Realizaron experimentos en los que cultivaron las plantas estudiadas en fragmentos previamente ocupados (occupied) y previamente no ocupados (unoccupied). La Fig. 5 muestra los resultados de este estudio. En base a estos resultados, ¿qué podemos decir sobre las limitantes de la distribución para cada una de estas especies en los fragmentos estudiados?

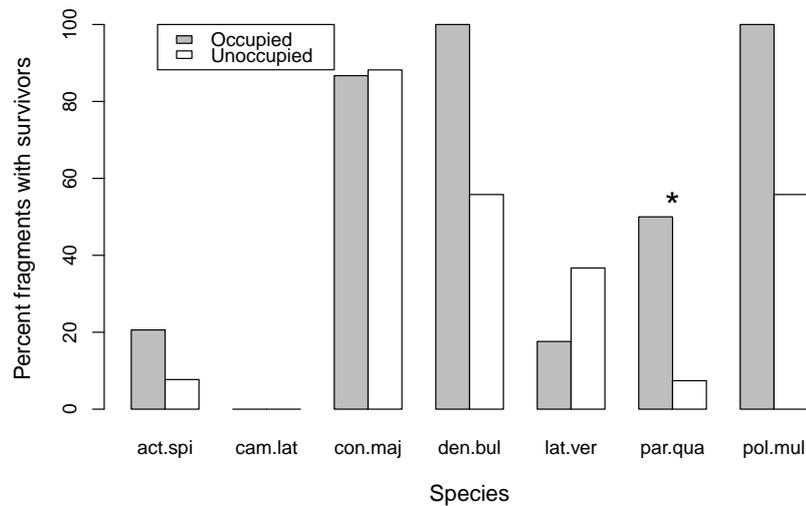


Figura 5: Resultados de los experimentos de Ehrlén & Eriksson (2000) para estudiar la supervivencia de siete especies de plantas herbáceas en fragmentos de bosque. Para cada especie se muestra el porcentaje de fragmentos con plantas sobrevivientes luego de tres años en fragmentos previamente ocupados por la especie (occupied, barras grises) y previamente no ocupados (unoccupied, barras blancas). La especie indicada con un asterisco (“par.qua”) fue la única con diferencias estadísticamente significativas entre fragmentos previamente ocupados y no ocupados. Modificado a partir de Ehrlén & Eriksson (2000).

Referencias

- Alma, A. M., Pol, R. G., Pacheco, L. F. & Vázquez, D. P. (2015). No defensive role of ants throughout a broad latitudinal and elevational range of a cactus. *Biotropica*, 47, 347–354.
- Ehrlén, J. & Eriksson, O. (2000). Dispersal limitation and patch occupancy in forest herbs. *Ecology*, 81, pp. 1667–1674.
- Gómez, J. M. (2002). Generalización en las interacciones entre plantas y polinizadores. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75, 105–116.
- Núñez, M. A., Simberloff, D. & Relva, M. A. (2008). Seed predation as a barrier to alien conifer invasions. *Biological Invasions*, 10, 1389–1398.

Ecología: Primer parcial

30 de abril de 2014

- Como parte de un proyecto de investigación sobre dinámica poblacional, usted realiza una serie de experimentos con lentejas de agua (Araceae). La Fig. 1 muestra los resultados del experimento para *Lemna* sp. creciendo en cultivos monoespecíficos o en presencia de otra especie *Spirodela*. (a) Qué modelo de dinámica poblacional describe mejor las curvas de crecimiento de *Lemna* que se muestran en la Fig. 1? ¿Por qué? (b) ¿Cómo cambia la tasa per capita de crecimiento en función de la densidad en este modelo? (c) ¿Es razonable pensar que la tendencia que se ve en los datos se mantendrá indefinidamente? ¿Por qué?

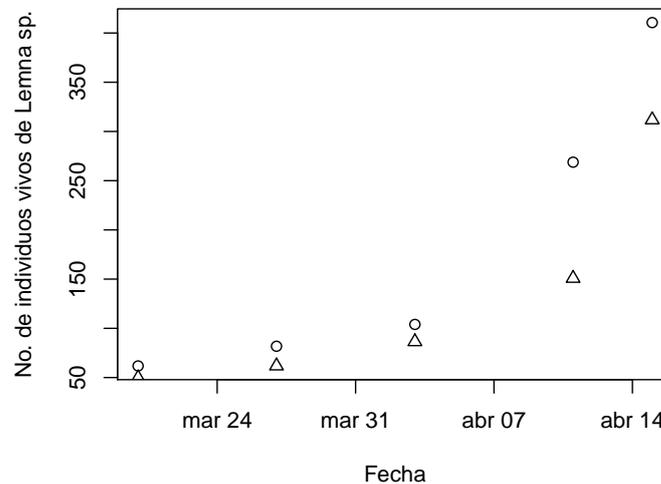


Figura 1: Resultados de un experimento para estudiar la dinámica poblacional de lentejas de agua. La figura muestra la abundancia promedio de individuos de la lenteja de agua *Lemna* sp. creciendo en cultivos monoespecíficos (círculos) o en presencia de otra especie, *Spirodela* sp. (triángulos).

- Si suponemos que la tendencia observada en los datos de la Fig. 1 no puede mantenerse indefinidamente, (a) ¿qué modelo alternativo al propuesto en el punto 1 sería más razonable? (b) ¿Qué relación supone este modelo entre la tasa per capita de crecimiento poblacional y la densidad? (c) ¿Es razonable esta relación entre tasa per capita y densidad?; ¿se le ocurre alguna relación alternativa?
- Considere el estudio de Daleo & Iribarne (2009) que evalúa el balance entre el efecto negativo producido por la herbivoría y el efecto positivo producido por las actividades de ingeniería de ecosistemas del cangrejo *Neohelice granulata* sobre el crecimiento de la planta *Spartina alterniflora*. La hipótesis evaluada es que ese efecto depende del contexto físico en el cual ocurren las interacciones, ya que ese contexto puede regular el nivel de anoxia, lo cual a su vez puede influir en el crecimiento de las plantas. Por ejemplo, el estrés anóxico puede ser importante en zonas de sedimento de grano fino, y así la presencia de los cangrejos puede mejorar la oxigenación del sedimento, permitiendo el crecimiento de las plantas; en cambio, en zonas con sedimentos de grano grueso puede haber mejor oxigenación, sin un efecto adicional de las actividades de los cangrejos sobre el crecimiento de las plantas, pero reteniendo el efecto negativo de la herbivoría.

(a) Plantee una predicción de la hipótesis de Daleo & Iribarne (2009). (b) La Fig. 2 muestra los resultados del experimento de exclusión de cangrejos realizado por Daleo & Iribarne (2009) para evaluar su hipótesis. Describa los resultados y discuta qué nos permiten concluir sobre la hipótesis planteada.

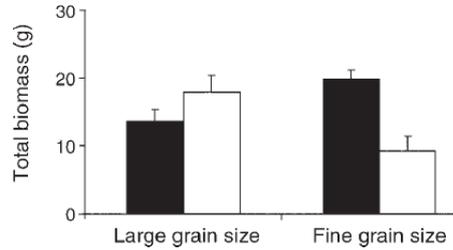


Figura 2: Efecto de la exclusión del cangrejo *Neohelice granulata* y la manipulación del tamaño del grano del sedimento sobre la de la planta *Spartina alterniflora* en marismas de la costa atlántica argentina.

4. La Fig. 3 muestra los resultados del estudio de Aschero (2014) sobre los efectos de la herbivoría por ganado vacuno sobre el largo de las espinas y la producción de semillas en el algarrobo dulce (*Prosopis flexuosa*). (a) Ofrezca una explicación para el patrón observado en la figura para el largo de las espinas y el número de semillas por planta? (b) ¿Cree que los herbívoros pueden limitar el crecimiento poblacional de esta planta? ¿Por qué?

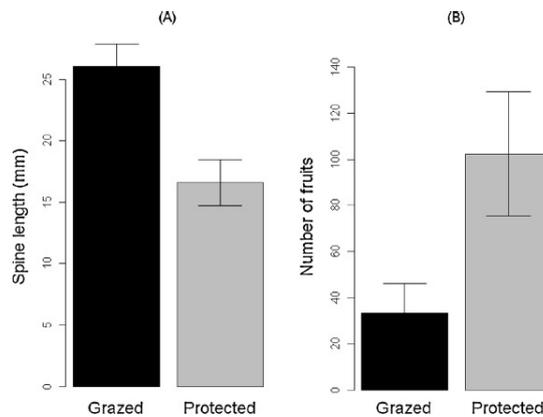


Figura 3: Largo de las especies (A) y producción de semillas por planta (B) (media \pm ES) en individuos de *Prosopis flexuosa* creciendo en sitios con (barras negras) y sin (barras grises) ganado.

5. En un estudio para estimar el tamaño poblacional por captura y recaptura del ratón silvestre *Eligmodontia typus* en un sitio de la reserva de Ñacuñán se obtuvieron los siguientes resultados: 30 individuos en el primer día de captura, los cuales son marcados y liberados en el sitio de estudio; 25 individuos capturados en el segundo día de captura, de los cuales 5 estaban marcados. (a) ¿Cuál es el tamaño poblacional estimado para su área de estudio? (b) Suponga que al año siguiente usted estima un tamaño poblacional de 165 individuos para su área de estudio. ¿Cuál es la tasa de crecimiento de la población? (Ayudita: Suponga que el crecimiento de esta población puede ser descrito por un modelo de generaciones discretas, i.e., $N_{t+1} = \lambda N_t$, donde λ es la tasa de crecimiento de la población.) (c) Según la tasa de crecimiento calculada en el punto anterior, y suponiendo que dicha tasa se mantiene constante, ¿el tamaño poblacional aumentará o disminuirá en el futuro?

6. En la Isla Victoria del lago Nahuel Huapi existe desde hace décadas una plantación de más de cien especies de árboles exóticos que incluyen algunas especies que son altamente invasoras

(particularmente algunas pináceas). Sin embargo, a pesar de que las semillas son dispersadas por el viento fuera de la plantación, muy pocos árboles exóticos se han establecido en el bosque nativo circundante. Nuñez *et al.* (2009) evaluaron la hipótesis de que la ausencia de hongos ectomicorrícicos limita la invasión de pináceas exóticas en la isla, al reducir la probabilidad de establecimiento y el crecimiento de los individuos. Nuñez *et al.* realizaron experimentos en invernadero y en campo para evaluar esta hipótesis. (a) Proponga una predicción de esta hipótesis para el crecimiento de las plántulas. (b) La Fig. 4 muestra los resultados de los experimentos en invernadero. ¿Son consistentes estos resultados con las predicciones planteadas en el punto a? ¿Por qué?

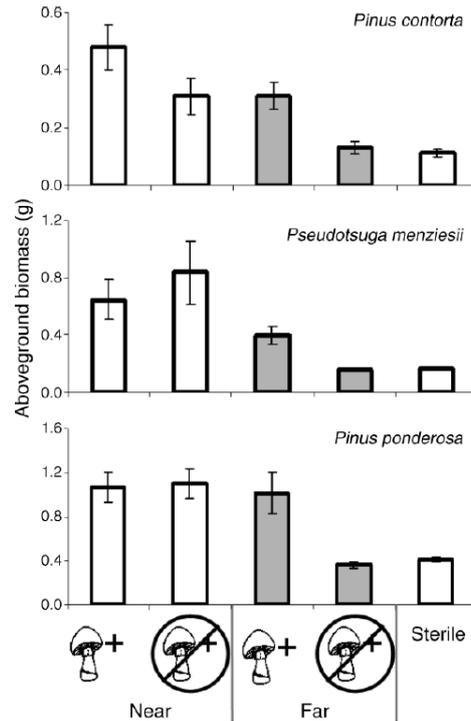


Figura 4: Resultados de los experimentos en invernadero del estudio de Nuñez *et al.* (2009) para tres especies de pináceas estudiadas. Los gráficos muestran la media \pm ES de la biomasa de plántulas crecidas bajo cinco tratamientos: suelo de zonas cercanas a las plantaciones con inóculo de hongos ectomicorrícicos, suelo de zonas cercanas a las plantaciones sin inóculo, suelo de zonas lejanas a las plantaciones con inóculo, suelo de zonas lejanas a las plantaciones sin inóculo, y suelo estéril sin inóculo.

7. Considere nuevamente el modelo de crecimiento poblacional propuesto en el punto 1. (a) ¿Cómo modificaría este modelo para incorporar el efecto de una población de un predador y modelar la dinámica de las dos especies? (b) ¿El modelo es estable? Justifique la respuesta. (c) ¿Qué podría agregar al modelo para mejorar su estabilidad, en base a lo que se sabe sobre la dinámica de interacciones predador-presa?
8. Considere dos especies que se superponen parcialmente en el uso de recursos limitantes (como *Lemna* y *Spirodela* en el punto 1). (a) ¿Cómo debería modificar la ecuación propuesta en el punto 2 para incorporar el efecto la competencia entre estas dos especies? (Nota: Escriba una ecuación para cada especie.) (b) Dibuje un diagrama de fases (N_2 vs. N_1) con las isoclinas de crecimiento de cada especie para un caso en el que las dos especies coexisten en forma estable.
9. La cucaracha *Periplaneta americana* tiene una distribución amplia en el mundo, particularmente en regiones tropicales y subtropicales y especialmente asociada a ambientes domésticos y peridomésticos. Sin embargo, esta especie suele no estar presente en las regiones frías y los ambientes silvestres. (a) ¿Qué factores podrían determinar la ausencia de *P. americana* en ciertas

regiones y ambientes? (b) ¿En qué consiste el concepto del nicho ecológico y cómo se relaciona con los factores mencionados en el punto a?

10. Crouse *et al.* (1987) utilizaron modelos matriciales de proyección poblacional para evaluar los efectos de aumentos o disminuciones. La Fig. 5 muestra los resultados del análisis. (a) Explique brevemente en qué consiste el método utilizado por Crouse et al. (b) Interprete los resultados de la figura. (c) ¿Qué supone el modelo utilizado por Crouse et al. sobre la relación entre la tasa per capita de crecimiento y la densidad poblacional?

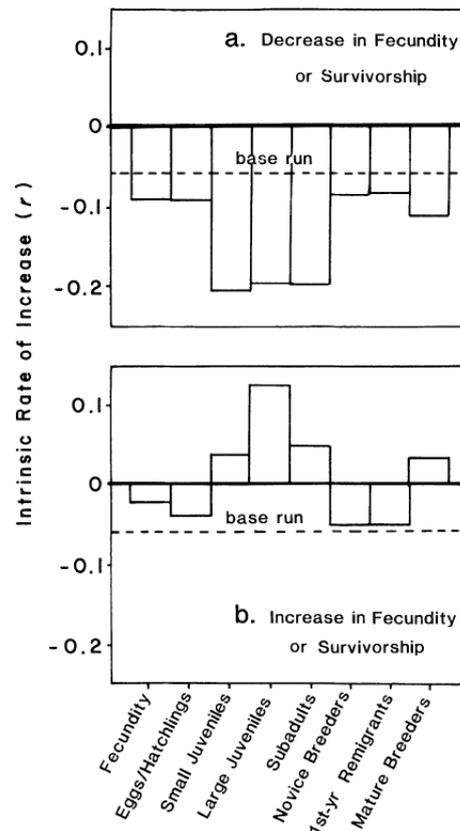


Figura 5: Cambios en la tasa intrínseca de crecimiento poblacional (r) como resultado de (a) aumentos o (b) disminuciones simulados del 50% en la fecundidad y la supervivencia de distintos estadios del ciclo de vida en la matriz de proyección poblacional de la tortuga boba (*Caretta caretta*). La línea punteada representa el r resultante de la matriz original (sin cambios).

Referencias

- Aschero, V. (2014). Mechanic defences and reproduction in desert trees under different habitat management. *Basic and Applied Ecology*, 15, 42–49.
- Crouse, D. T., Crowder, L. B. & Caswell, H. (1987). A stage-based population model for loggerhead sea turtles and implications for conservation. *Ecology*, 68, 1412–1423.
- Daleo, P. & Iribarne, O. (2009). Beyond competition: the stress-gradient hypothesis tested in plant–herbivore interactions. *Ecology*, 90, 2368–2374.
- Nuñez, M. A., Horton, T. R. & Simberloff, D. (2009). Lack of belowground mutualisms hinders pinaceae invasions. *Ecology*, 90, 2352–2359.

Ecología: Primer parcial (Historias de Angélica, primera parte)

29 de abril de 2013

1. Su amiga Angélica vive en una casa de campo y odia a las cucarachas. Ha leído a Kafka, y se imagina a ella misma convirtiéndose, como Gregorio Samsa, en un asqueroso bicho, una imagen recurrente en sus frecuentes consultas con su psicoanalista. Ella está al tanto de sus profundos conocimientos ecológicos, y por eso le pide ayuda. ¡Quiero saber cuántas malditas cucarachas hay en mi casa!, le grita desesperada por teléfono. No te preocupes, querida, eso es fácil, responde usted mientras admira el magnífico brillo de sus propias uñas. (a) ¿Qué haría usted para responder al pedido de su amiga Angélica? Describa el método que utilizaría y los supuestos del método. (b) Imagine que Angélica vive con un gato que tiene la asquerosa costumbre de comer cucarachas. ¿Cómo podría afectar el consumo de cucarachas por parte del gato su estimación del número de cucarachas en la casa de Angélica?
2. En una charla de sobremesa, Angélica le confiesa que sospecha que la distribución geográfica de las cucarachas (habla específicamente de *P. americana*, aunque ella no lo sabe) no abarca todo el planeta, que hay regiones libres de cucarachas. Ella se pregunta por qué. Explíquela a Angélica (a) qué factores podrían determinar la ausencia de *P. americana* en ciertas regiones. Además, (b) explíquela a Angélica el concepto del nicho ecológico, y (c) relaciónelo con los factores mencionados en el punto a.
3. Luego de una de sus consultas semanales con su psicoanalista, Angélica le confiesa que está convencida de que la población de cucarachas de su casa está creciendo exponencialmente. Recurriendo nuevamente a usted, le pide que le explique (a) qué procesos demográficos regulan la densidad de una población de cucarachas; (b) cómo cambia la tasa de crecimiento per capita en función de la densidad en una población que crece exponencialmente; y (c) en qué condiciones las poblaciones pueden crecer exponencialmente. Contéstele a Angélica.
4. Cada vez más intrigada por la ecología, Angélica le cuenta que ha leído la historia de un estudiante doctoral belga llamado Jean-François Verhulst, quien modificó el modelo de crecimiento exponencial de una población para incorporar densodependencia en la tasa de crecimiento poblacional. Le pide que le explique en qué consiste el modelo de Verhulst, ya que sus conocimientos matemáticos son limitados (¡no entendí un pito!, confiesa alegremente). (a) Respóndale a Angélica. En lo posible escriba la ecuación del modelo, pero si no la recuerda descríbala verbalmente. (b) ¿Qué relación supone el modelo de Verhulst entre la tasa de crecimiento per cápita y la densidad poblacional? (Haga un gráfico si le sirve para responder.) (c) ¿Es razonable suponer que existe la relación de la pregunta b? ¿Por qué? ¿Se le ocurre alguna relación alternativa?
5. Angélica le da un respiro y se va de vacaciones a Bariloche. Durante su viaje ojea la revista *Alta* de Aerolíneas Argentinas, en la que lee un artículo sobre Moscú. En él se menciona al ecólogo ruso Georgii Gause, un personaje importante en la historia temprana de la ecología. El artículo menciona que, entre otras cosas, Gause propuso el principio de exclusión competitiva, que postula que “Como resultado de la competencia, dos especies ecológicamente similares no ocuparán nichos similares, sino que se desplazarán mutuamente de un modo tal que cada una tome posesión de ciertos tipos de recursos y formas de vida en las que tiene una ventaja sobre su competidor”. Pero entonces, se pregunta Angélica, ¿cómo es posible que todos esos escabajos que viven en el arbustal que rodea mi casa de campo puedan coexistir, si viven en el mismo lugar, comen aparentemente lo mismo y usan los mismos sitios de nidificación? (a) Contéstele a Angélica con una hipótesis de cómo sería posible la coexistencia de estos escarabajos. (b) Describa un estudio que realizaría para evaluar esta hipótesis.

6. Durante su viaje a Bariloche, Angélica visita la Isla Victoria del lago Nahuel Huapi, donde existe desde hace décadas una plantación de más de cien especies de árboles exóticos que incluyen algunas especies que son altamente invasoras (particularmente algunas pináceas). Sin embargo, los guardaparques le cuentan que a pesar de que las semillas son dispersadas por el viento fuera de la plantación, muy pocos árboles exóticos se han establecido en el bosque nativo circundante. Nuñez *et al.* (2009) evaluaron la hipótesis de que la ausencia de hongos ectomicorríticos limita la invasión de pináceas exóticas en la isla, al reducir la probabilidad de establecimiento y el crecimiento de los individuos. Nuñez *et al.* realizaron experimentos en invernadero y en campo para evaluar esta hipótesis. (a) Proponga una predicción de esta hipótesis para el crecimiento de las plántulas. (b) La Fig. 1 muestra los resultados de los experimentos en invernadero. ¿Son consistentes estos resultados con las predicciones planteadas en el punto a? ¿Por qué?

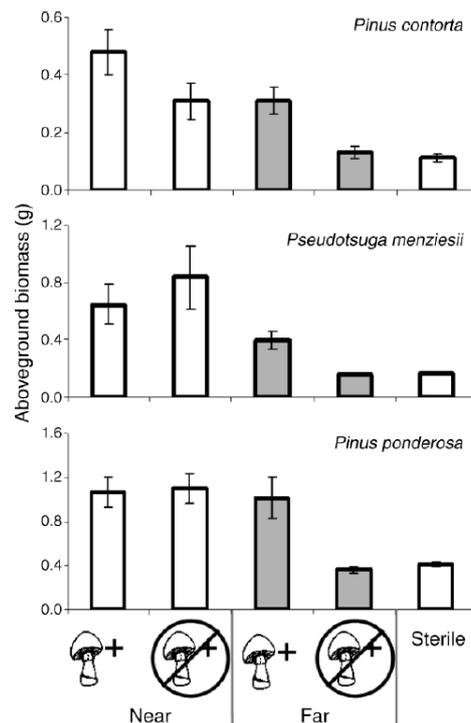


Figura 1: Resultados de los experimentos en invernadero del estudio de Nuñez *et al.* (2009) para tres especies de pináceas estudiadas. Los gráficos muestran la media \pm ES de la biomasa de plántulas crecidas bajo cinco tratamientos: suelo de zonas cercanas a las plantaciones con inóculo de hongos ectomicorríticos, suelo de zonas cercanas a las plantaciones sin inóculo, suelo de zonas lejanas a las plantaciones con inóculo, suelo de zonas lejanas a las plantaciones sin inóculo, y suelo estéril sin inóculo.

7. En el viaje en avión de vuelta de Bariloche, Angélica se sienta junto a un ecólogo estadounidense llamado Stephen Ellner. Él le cuenta que con sus colegas estudiaron la dinámica poblacional del depredador *Phytoseiulus persimilis* y su presa, el ácaro herbívoro *Tetranychus urticae*. Utilizaron dos diseños experimentales contrastantes, uno (Fig. 2a) consistente en un único “continente” de plantas de poroto (sobre las que se alimenta el herbívoro) y otro (Fig. 2b) consistente en una metapoblación de ocho “islas” conectadas entre sí por “puentes” que los ácaros podían utilizar para moverse entre las islas. Ellner le muestra a Angélica en su computadora portátil las figuras con los resultados de los experimentos (Fig. 2c–e). Angélica lo escucha apasionada, boquiabierta, pensando cómo podrán servir estos resultados para eliminar a las malditas cucarachas. (a) ¿Qué nos dicen los resultados de Ellner *et al.* (2001) sobre la dinámica de este sistema depredador–presa? (b) Además del mecanismo estudiado por Ellner *et al.* (2001), ¿qué otro mecanismo puede favorecer la estabilidad de sistemas depredador–presa?
8. Angélica insiste con sus lecturas ecológicas, obsesionada con encontrar la forma de eliminar a

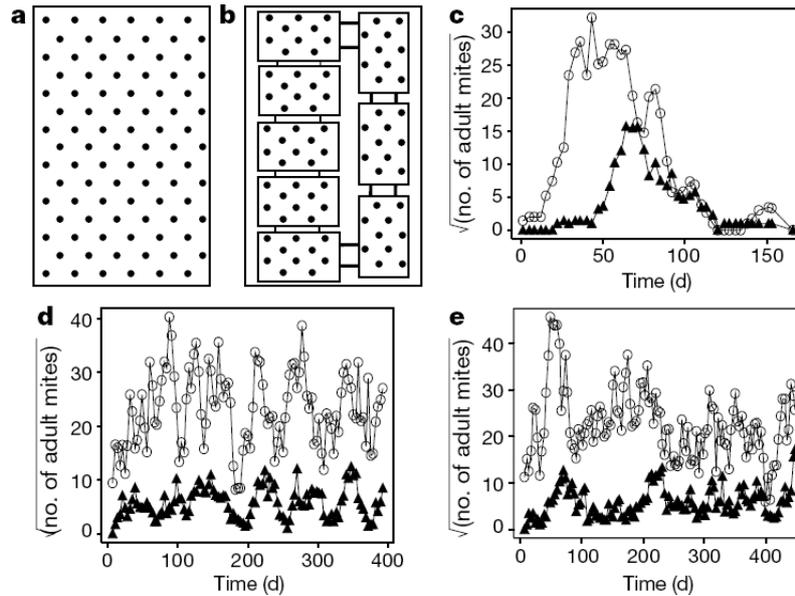


Figura 2: Resultados del experimento de Ellner *et al.* (2001) para estudiar la dinámica poblacional del ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* y su presa, el ácaro herbívoro *Tetranychus urticae*. El depredador y la presa interactuaron en (a) un continente de 90 plantas de porotos sin divisiones internas, cuya dinámica se muestra en (c) (triángulos: depredadores; círculos: presas), o en (b) una metapoblación de ocho islas de 10 plantas. Para este último caso, se muestra la dinámica de dos réplicas del experimento en (d) y (e).

las cucarachas. Se le ocurre que una posible solución al problema sería introducir una especie competidora menos abominable que las cucarachas que las excluya competitivamente. Por eso se pone a estudiar teoría ecológica de competencia. Le muestra sus avances en un cuadernito. Mirá, este es un modelo de Vodka y Lonterra,¹ le dice sonriente:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1}\right) \tag{1}$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left(1 - \frac{N_2}{K_2}\right) \tag{2}$$

Rápidamente, usted se da cuenta de que las ecuaciones 1 y 2 están incompletas. (a) Escriba las ecuaciones completas, explicando qué significa lo que les agregue. (b) Dibuje un diagrama de fases (N_2 vs. N_1) con las isoclinas de crecimiento de cada especie para un caso en el que las dos especies coexisten en forma estable.

- En otra sobremesa, Angélica le cuenta que, motivada por el encuentro con Ellner, estuvo leyendo en la Wikipedia sobre interacciones depredador-presa. Le cuenta que leyó sobre un modelo, llamado de Nicholson-Bailey (*¿tendrá algo que ver con el licor Baileys?*, le pregunta entre risas), le muestra las ecuaciones escritas en su cuadernito ($N_{t+1} = \lambda N_t e^{-aP}$ y $P_{t+1} = N_t [1 - e^{-aP}]$), y le pide que se las explique. (a) Explíquelo a Angélica en qué consiste este modelo y cómo se comporta en términos de dinámica y estabilidad. (b) Cuénteles también qué cambios pueden introducirse en este modelo para favorecer su estabilidad (la del modelo, no la de Angélica).

¹Angélica le cuenta, además, que Vodka fue un ecólogo norteamericano ignoto, sólo recordado por los ecólogos borrachos en tributo a su alcohólico apellido. Lonterra, por su parte, fue un profesor italiano que se enamoró de su yerno, que era en realidad un tiburón.

10. Angélica va al dentista. En el revistero de la sala de espera encuentra un número de la revista *Ecology*, en el que lee un estudio de Daleo & Iribarne (2009) que evalúa el balance entre el efecto negativo producido por la herbivoría y el efecto positivo producido por las actividades de ingeniería de ecosistemas del cangrejo *Neohelice granulata* sobre el crecimiento de la planta *Spartina alterniflora*. Su hipótesis fue que ese efecto dependía del contexto físico en el cual ocurren las interacciones, ya que ese contexto puede regular el nivel de anoxia, lo cual a su vez puede influir en el crecimiento de las plantas. Por ejemplo, el estrés anóxico puede ser importante en zonas de sedimento de grano fino, y así la presencia de los cangrejos puede mejorar la oxigenación del sedimento, permitiendo el crecimiento de las plantas; en cambio, en zonas con sedimentos de grano grueso puede haber mejor oxigenación, sin un efecto adicional de las actividades de los cangrejos sobre el crecimiento de las plantas, pero reteniendo el efecto negativo de la herbivoría. (a) Plantee una predicción de la hipótesis de Daleo & Iribarne (2009). (b) La Fig. 3 muestra los resultados del experimento de exclusión de cangrejos realizado por Daleo & Iribarne (2009) para evaluar su hipótesis. Describa los resultados y discuta qué nos permiten concluir sobre la hipótesis planteada.

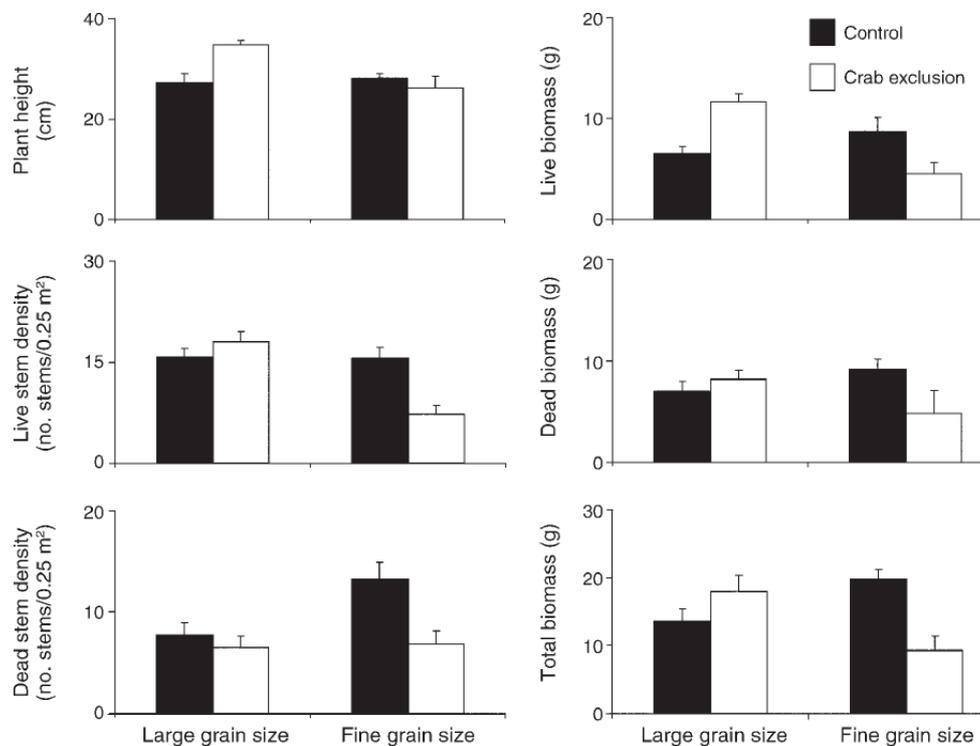


Figura 3: Efecto de la exclusión del cangrejo *Neohelice granulata* y la manipulación del tamaño del grano del sedimento sobre la altura, al densidad de tallos y la biomasa de la planta *Spartina alterniflora* en marismas de la costa atlántica argentina.

Referencias

- Daleo, P. & Iribarne, O. (2009). Beyond competition: the stress-gradient hypothesis tested in plant–herbivore interactions. *Ecology*, 90, 2368–2374.
- Ellner, S. P., McCauley, E., Kendall, B. E., Briggs, C. J., Hosseini, P. R., Wood, S. N., Janssen, A., Sabelis, M. W., Turchin, P., Nisbet, R. M. & Murdoch, W. W. (2001). Habitat structure and population persistence in an experimental community. *Nature*, 412, 538–543.
- Núñez, M. A., Horton, T. R. & Simberloff, D. (2009). Lack of belowground mutualisms hinders pinaceae invasions. *Ecology*, 90, 2352–2359.