TEMAS DE HOY

31-03-2017

- ¿Cómo hacer investigación en Ecología?
- Planteo de Hipótesis
- Diseño experimental
- Recursos y Condiciones

¿Qué significa ciencia?

¿Qué es investigar en Ecología?

Métodos de investigación científica

- Formulación de preguntas

A. Einstein: “la formulación de un problema es más importante que su solución”.

- Hipótesis
- Predicciones
- Puesta a prueba de las predicciones
- Análisis e interpretación de los resultados
- Formulación de nuevas hipótesis

Ciclo de indagación. PETER FEINSINGER
http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/2013/4/02_Feinsinger.pdf

Método científico hipotético deductivo

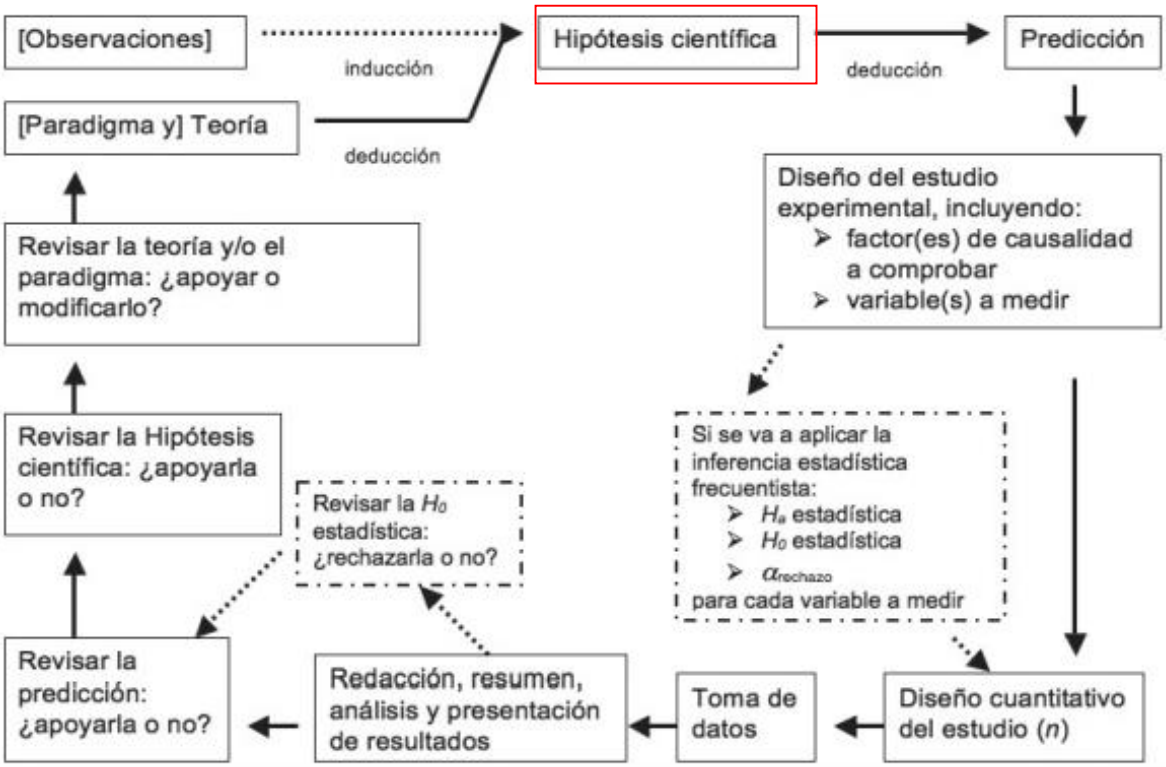


Fig. 1. El método científico hipotético deductivo riguroso (MHD en el texto), como es comprendido por la mayoría de los ecólogos (por ejemplo Quinn & Keough 2002). Modificada ligeramente de Feinsinger (2004, y ver Underwood 1990, 1997, Peters 1991). Los corchetes, paréntesis y líneas de puntos que aparecen en esta figura y en las demás significan elementos que no son necesariamente requeridos.

Algunas definiciones de Hipótesis científica

Es una proposición:
“Si… A, B y C se cumplen, entonces… resulta X” (Wiens, 1989).

Representan conjeturas sobre la naturaleza, es decir, plantean cuestiones que aún no están resueltas (Wiens, 1989).

“Una idea que puede ser investigada científicamente” (Curtis y Barnes, 2001).

“Una afirmación de causalidad que puede ser contrastada experimentalmente” (Smith, 1996).

“Una proposición general (particular o universal) que puede verificarse solo de manera indirecta, por el examen de sus predicciones” (Bunge, 1997).

¿Cómo se formula correctamente una hipótesis?

- Tener clara la pregunta
- Revisión bibliográfica
- Contextualizar
- Definir las variables y sus relaciones

Hipótesis científica
Predicción
Hipótesis de una prueba estadística

Hipótesis biológica

"La presencia de arbustos, al dar sombra y disminuir la desecación del suelo, favorece el establecimiento de plántulas de ciprés".

Predicción biológica

"Mayor densidad de plántulas de ciprés debajo (D) que afuera (A) de la sombra de arbustos" (i.e., D > A)

Comprobación de hipótesis

"Hipótesis" estadísticas

(a) Nula: D = A

(b) Alternativa (una cola): D > A

¿Qué es es una predicción?

"Las predicciones son, por ende, los resultados esperados bajo el supuesto de que nuestra hipótesis es verdadera (i.e., sus posibles consecuencias)."

<u>Siguen una secuencia direccional lógica que no es intercambiable</u>

¿Son hipótesis las hipótesis estadísticas?

Ecología Austral 14:201-203. Diciembre 2004

PASOS LÓGICOS EN EL PROCESO DE PROBAR HIPOTESIS
Estadística frecuentista

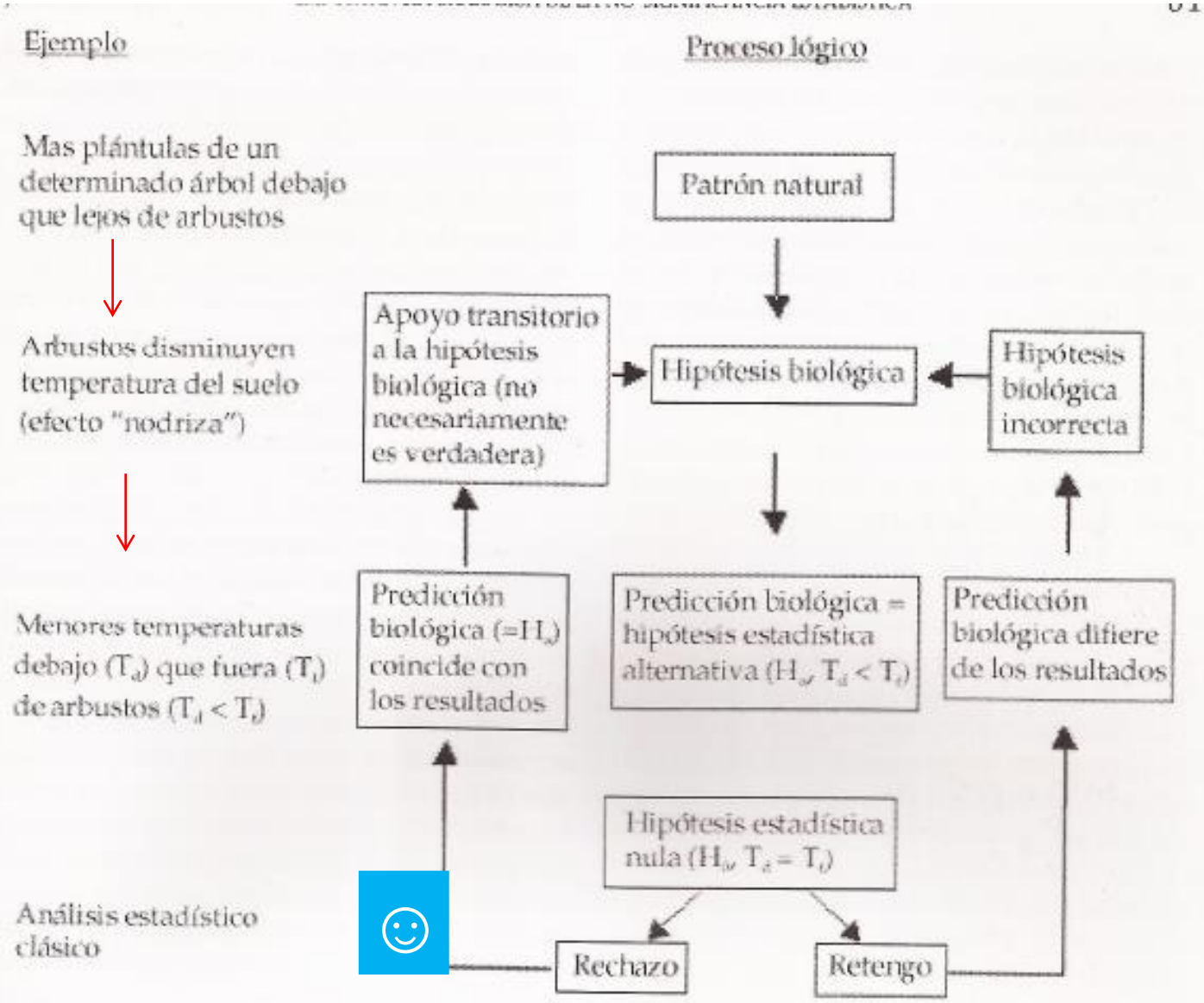


Figura 1. Representación esquemática de los pasos lógicos en el proceso de probar hipótesis y un ejemplo asociado. Solo una hipótesis biológica y una predicción asociada es desarrollada para simplificar el esquema, pero su planteo es similar cuando existen varias predicciones biológicas producto de hipótesis biológicas contrastantes. Nótese que la predicción biológica (i.e., los resultados esperados bajo una hipótesis biológica verdadera) es idéntica a la hipótesis estadística alternativa. Nótese también que bajo este esquema de pensamiento y usando estadística clásica, rechazar una hipótesis biológica incorrecta reteniendo la hipótesis estadística nula (i.e., resultados estadísticamente no-significativos) es el resultado más robusto que puede suceder.

Farji-Brener A. G. La (significativa) importancia biológica de la no-significancia estadística. 2006. Ecología austral , 16:79-84 .

DISEÑO DE ESTUDIO

¿Cómo obtenemos los datos?

Procedimientos de obtención de datos en la investigación ecológica.

¿Qué es un experimento?

"Un experimento es un intento por poner a prueba nuestra hipótesis sobre la naturaleza" (Krebs, 1989).

¿las observaciones pueden servir para probar hipótesis?

Ejemplo: abundancia de vinchucas por casa.
Disponibilidad de refugios? De fuentes de alimentación?

¿Tipos de experimentos?

Experimento mensurativos y manipulativos (Hurlbert, 1984)
observacionales y experimentales
eventos no controlados por investigador y
eventos controlados por el investigador

¿Qué es un Diseño experimental?

Ecological Methodology . Krebs (1999).

DISEÑO EXPERIMENTAL

Estructura lógica de un experimento

¿Cuáles son los pasos a seguir?

Identificar tipo de unidades experimentales (UE)

No. y tipo de tratamientos que se aplican

Variables a medir en las UE

Asignación de tratamientos a las UE

No. de UE que reciben el mismo tratamiento (réplicas)

Arreglo espacial de las UE

Secuencia temporal de medición sobre las UE

Evaluar los efectos de distintas concentraciones de nutrientes (recurso alimenticio) y niveles de iluminación sobre el crecimiento poblacional de una especie de Lemnaceae (lentejas de agua) bajo condiciones controladas de laboratorio.

Formule la/s hipótesis que pondrá/n a prueba y las predicciones

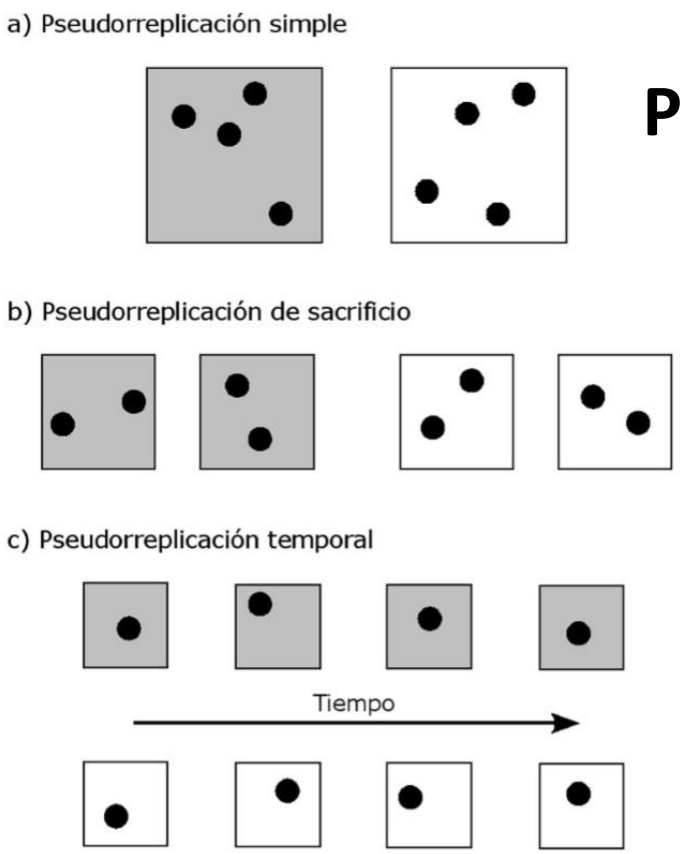
¿Qué es una UE?
¿Qué es un tratamiento?

Unidad experimental Homogénea
Independientes

Tratamiento: condición al que son expuestas las UE.

Controles ¿Por qué y cuando usar controles?
ausencia de tratamiento.

Replicación. Por qué? Cuántas réplicas?



Pseudoreplicación

Figura 2.1. Tipos de pseudorreplicación. Las parcelas representan unidades experimentales con tratamiento (sombreadas) y control (no sombreadas). Los círculos representan diferentes medidas u observaciones (submuestras dentro de las unidades experimentales). Adaptado de Hulbert (1984).

ALEATORIZAR Y ESPACIAMIENTO

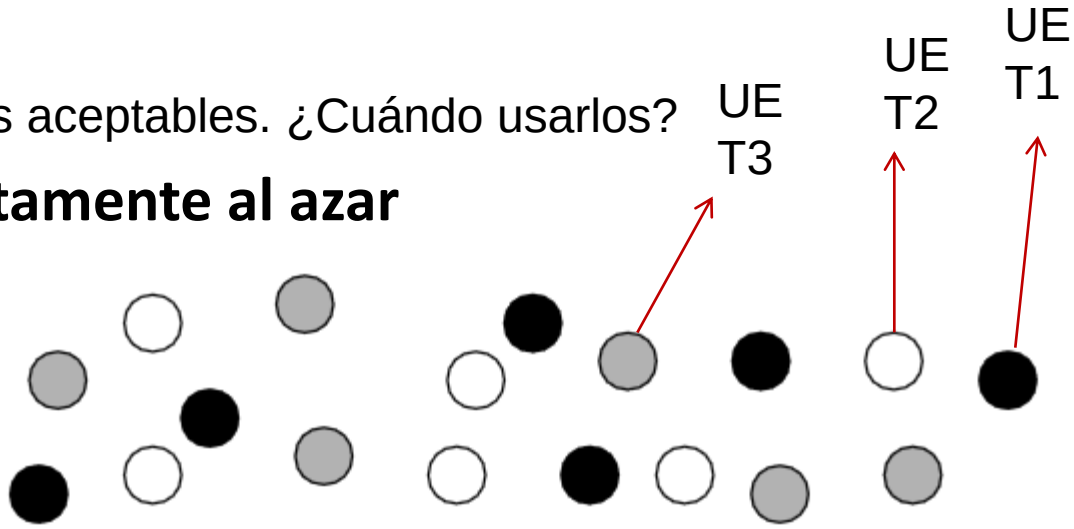
¿Cómo ubicamos las réplicas en el espacio?

¿Qué evitamos con un adecuado espaciamiento?

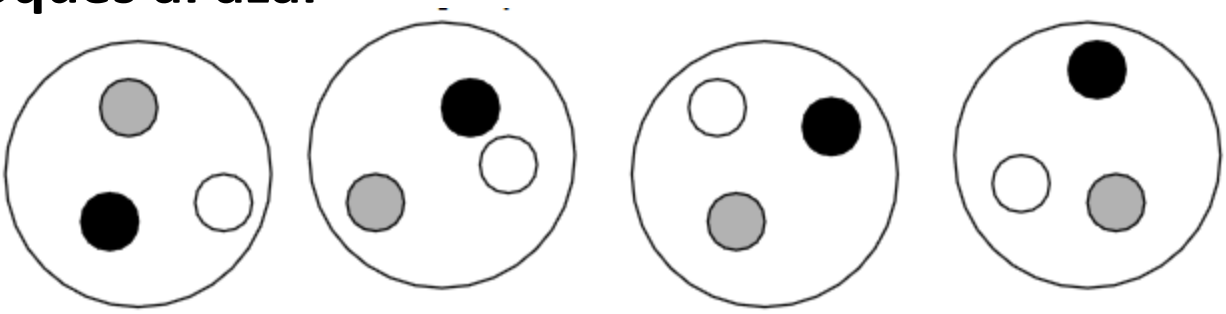
Aleatorizar, lo más conveniente. Cada tratamiento tendrá igual probabilidad de ser asignado a cualquier UE.

Diseños aceptables. ¿Cuándo usarlos?

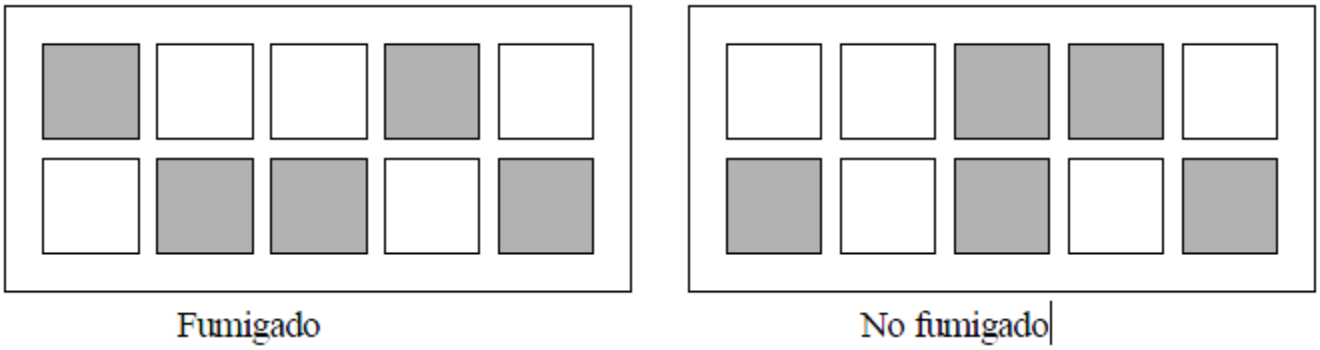
Completamente al azar



Bloques al azar



Parcelas divididas (split-plot). Diseño bifactorial no convencional



Diseño multifactorial

Factores y niveles.

Factor: variable explicativa que influye en las respuestas.
Factores cuali y cuantitativos.
Tratamiento: cada combinación específica de niveles de factores.

Tratamientos que se aplican aleatoriamente.

EXPERIMENTO MULTIFACTORIAL convencional

Se planea un experimento para evaluar el rendimiento de maíz en función del tipo de variedad V1; V2; V3 y los nutrientes N; P a los niveles (10; 30) y (20; 40) respectivamente.

12 tratamiento

(V1; 10; 20) (V2; 10; 20) (V3; 10; 20)
(V1; 30; 20) (V2; 30; 20) (V3; 30; 20)
(V1; 10; 40) (V2; 10; 40) (V3; 10; 40)
(V1; 30; 40) (V2; 30; 40) (V3; 30; 40)

EXPERIMENTO UNIFACTORIAL
Con tres niveles
¿Cuántos tratamientos tendremos?

Variables independientes y dependientes
Variables explicativas (factores) y respuesta

Variable: característica observable que deseamos medir, registrar, manipular y toman diferentes valores. Las encontramos en la hipótesis.

Variables dependiente: es la que medimos en las UE y da cuenta de los efectos.
Variables independientes: potenciales responsables del efecto.

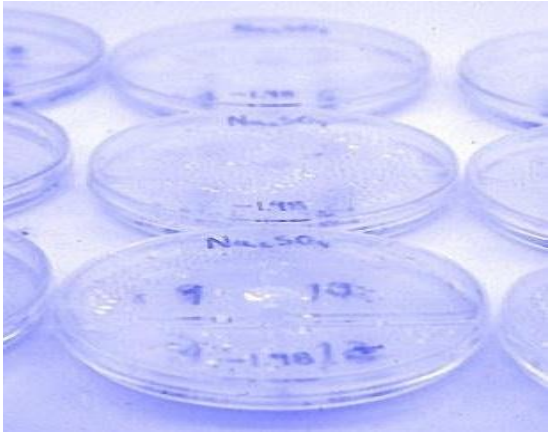
Hipótesis ecológica:
la vegetación reduce la desecación del suelo, y por tanto en zonas con vegetación habrá más humedad que en zonas sin ella.

Hipótesis ecológica:
la mayor disponibilidad de agua en el suelo hace que la vegetación crezca más, por lo tanto distintas cantidades de agua añadidas al suelo en forma de riego producirán distinta respuesta de crecimiento.

Tipos de experimentos

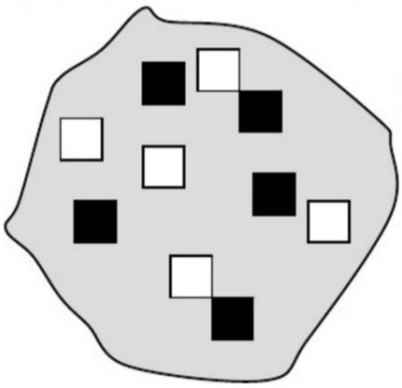
Experimentos manipulativos

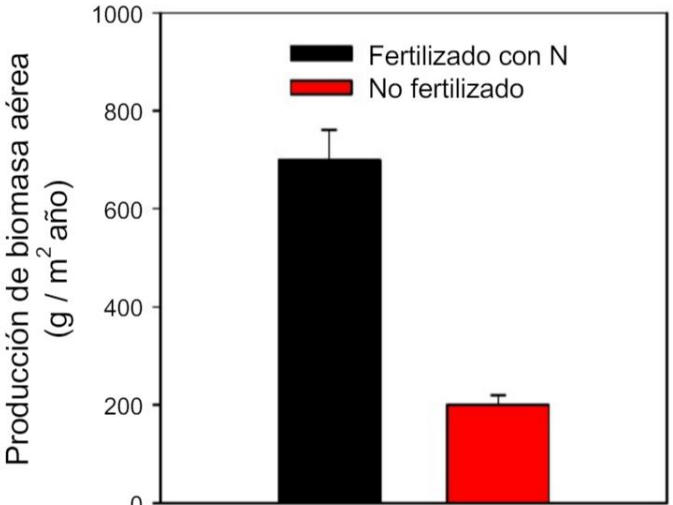
Experimento. Visión restrictiva.



Condiciones de laboratorio:
Gran control de variables ambientales.
Ej. Crecimiento población de Lemnas según disponibilidad de recursos.

-Condiciones de campo.
¿fácil de repetir? ¿realizarlo en cualquier momento?





Experimentos mensurativos

(de medición, observacional-)

¿una cierta especie de planta crece más en unos suelos que en otros? Diferentes hábitats actuarían como si fueran “tratamientos”.

El investigador no interviene en ninguna variable.
No hay controles.
No se aplican tratamientos.

No actuar sobre el sistema. “no manipulativos”
Variable experimental (tiempo /espacio)
Variación natural de factores ambientales.
Métodos de muestreos. Tamaño de la muestra.

¿Establecen relación causa – efecto?
pH del suelo y abundancia de una sp planta.

¿Sirven para probar hipótesis?

Mensurativos vs Manipulativos

- Permite detectar relaciones, procesos y patrones
- Posibilita estudios a múltiples escalas espaciales
- Dificulta la demostración de relaciones causa-efecto
- Realidad a veces excesivamente compleja

- Permite demostrar relaciones causa-efecto
- La escala espacial de los estudios que permite abordar es reducida
- Realidad a veces excesivamente simplificada

Experimentos mensurativos y búsqueda de patrones

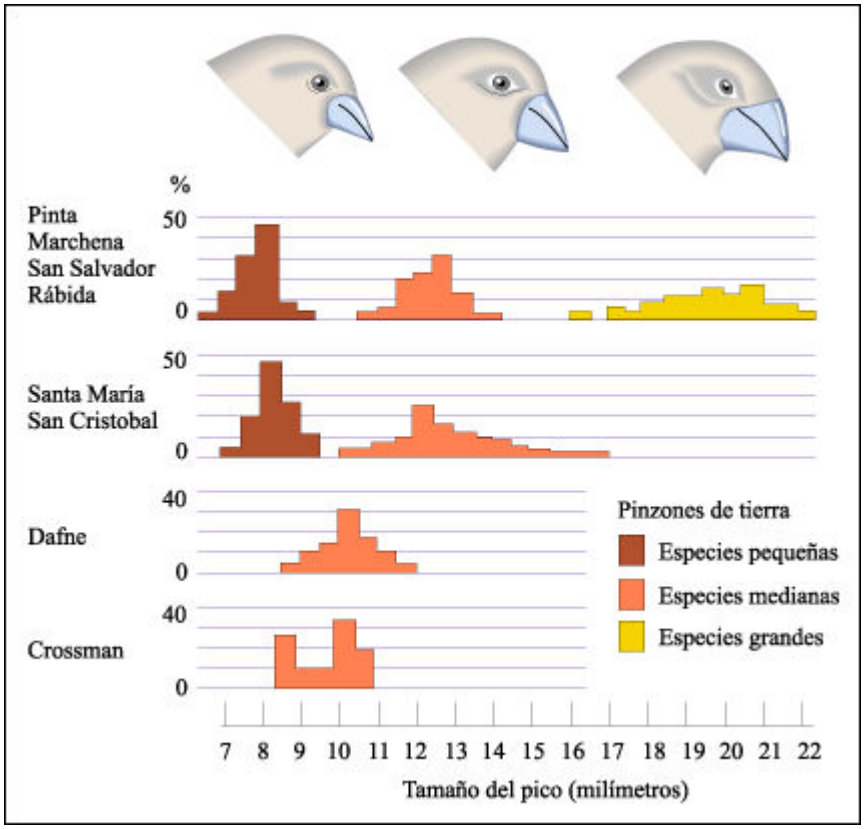
<u>Búsqueda de patrones</u> para poner a prueba teorías ecológicas.

<u>Los picos de los pinzones de las Galápagos.</u>

Tamaños de los picos en tres especies de pinzones terrestres de las Islas Galápagos

Desplazamiento de caracteres

Sugiere hipótesis



"Ecological Methodology" Charles J. Krebs, 1999

Recomendaciones sobre la manera de proceder en la investigación ecológica

Tabla 1.1. Las "diez reglas" de Krebs (1999).

1. No todo lo que puede ser medido debe ser medido.
2. Encuentra un problema y establece tus objetivos claramente.
3. Toma los datos apropiados para conseguir tus objetivos y haz feliz a un estadístico.
4. Algunas cuestiones ecológicas son imposibles de contestar en la actualidad.
5. Ahorra tiempo y dinero decidiendo cuántos decimales son necesarios en los datos *antes* de empezar un experimento.
6. No proporciones nunca una estimación ecológica sin alguna medida del posible error.
7. Sé escéptico con los resultados de significación de un test estadístico.
8. *Nunca* confundas significación estadística con significación biológica.
9. Codifica tus datos y guárdalos en el ordenador.
10. Si entra basura, sale basura.

Ecological Methodology . Krebs (1999).

Farji-Brener A. Ecol. austral v.16 n.1. 2006. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2006000100007

Micro_Meso COSMOS EXPERIMENTALES
reproducción de las características esenciales de un sistema en un ambiente simplificado.

Impacto del herbicida glifosato atanor® sobre comunidades microbianas de agua dulce

_ **Comunidad perifítica**

Experimento en microcosmos

(Vol < $1m^3$)

Al aire libre o de laboratorio

_ Ecosistema semi controlado

Experimento en mesocosmos

(Vol > $1m^3$)

_ Limnocorrales arroyos y lagunas artificiales

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_4940_Vera.pdf

Otro enfoque para sistemas complejos

MODELOS

¿Qué es un modelo?

simplificación que imita
abstracción

_ Brinda un explicación de la estructura o funcionamiento de un sistema.

_Permiten hacer predicciones sobre sobre las respuestas del sistema a una alteración (hacer experimentos).

_ Describir, planificar investigaciones y analizar escenarios de manejo de un sistema.

¿Hay diferentes tipos de modelos?

Modelos matemáticos

Representación del sistema como un conjunto de ecuaciones.

FORMULACIÓN DE MODELOS MATEMATICOS

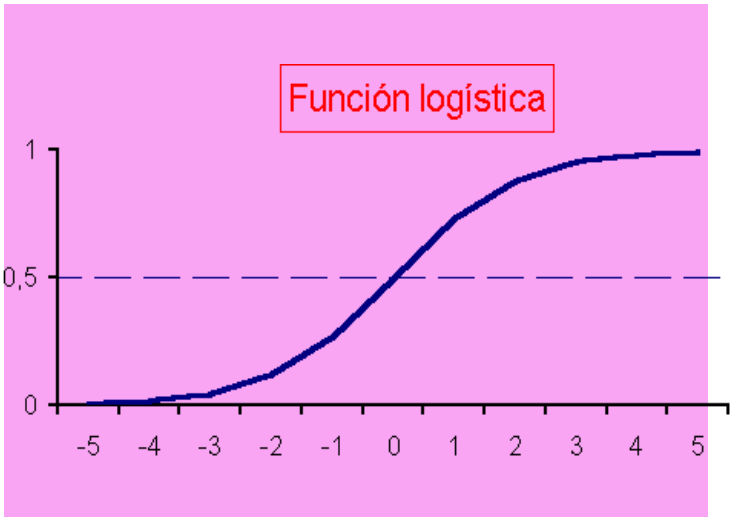
Desde la teoría sobre el crecimiento poblacional:

_ el número de individuos de una población tiende a aumentar debido a la reproducción y a disminuir debido a las muertes.

_ las poblaciones consumen recursos, y por lo tanto no pueden crecer indefinidamente.

_ la proporción de muertes tiende a aumentar cuando hay alta densidad, y la natalidad a disminuir.

¿qué tipo de función matemática describe este tipo de crecimiento? $dN/dt= r N ((K- N)/K)$



Otra alternativa hubiera sido graficar (en base a datos empíricos) el crecimiento de una población en el tiempo y buscar una curva que ajuste a los datos, sin tener necesariamente una hipótesis biológica al respecto.

Aplicaciones de los modelos

1961 y 1970 prolongada sequía.

La actividad de los herbívoros sobre los pastizales amenaza con deteriorar las sabanas .

Para disminuir la presión por los herbívoros mataron una cierta proporción de cebras y ñus hasta que la sequía terminó .

En 1971 el clima mejoró. El pastizal se recuperó.

Se dejó de matar a los herbívoros.

La población de cebras inició su recuperación, pero no la de ñus.

1975 había menos de la mitad de ñus que en 1969.

¿ por qué?

Estaba relacionado con la población de leones?

Para explorar la pregunta se construyó un modelo muy simple de la población de ñus, estructurada por edades y sujeta a la depredación por los leones.

Con datos de campo dieron valores a los parámetros de las ecuaciones y se corrió el modelo en una computadora.

Los resultados fueron muy similares a lo observado en el campo.

La población de ñus teóricos disminuyó a una velocidad muy parecida a la observada.

Luego ensayaron que habría pasado de haberse reducido la población de leones simultáneamente a la de herbívoros, en un 20%.

Según el modelo, tal reducción en la población de felinos habría bastado para hacer que los ñus se recuperasen a la par que las cebras.

Este modelo matemático ofreció una explicación teórica a posteriori de un fenómeno inesperado.

Además, brindó las bases para plantear la predicción de que la población de ñus se recuperaría si se redujera adecuadamente la de leones.

BIBLIOGRAFÍA

Begon M, Harper JL y Townsend CR (1987) Ecología: individuos, poblaciones y comunidades. Ed. Omega, Barcelona.

Cochran WG y Cox GM (1957) Experimental designs. 2nd. ed., Wiley, New York.

Krebs CJ (1989) Ecological methodology. Harper Collins.

Ricklefs RE (1993) The economy of nature. Freeman & Company.

Winer BJ, Brown DR y Michaels KM (1991) Statistical principles in experimental design. McGraw-Hill, New York.

Zar JH (1996) Bioestatistical analysis. 3rd. ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River.