

# Metodologia Ecológica

- Metodologia em ciência e Ecologia: responder perguntas, testar hipóteses (de forma científica)
- Principalmente “métodos estatísticos”
- Existe mais de uma abordagem aos métodos estatísticos
- A estatística tem um papel fundamental na produção do conhecimento científico. Qual?

- Variação na natureza e em experimentos cuidadosos e controlados:
  - Indivíduos
  - Locais
  - Tempo
- “O objetivo da estatística é dizer-nos o quanto devemos ficar surpresos com os nossos resultados” (George Estabrook, University of Michigan).
- “O objetivo da (inferencia) estatística é estimar o grau de confiança ou certeza que temos nos nossos dados”.
- Statistics is the science of learning from data, and of measuring, controlling, and communicating uncertainty;  
(Marie Davidian and Thomas Louis, 10.1126/science.1218685).

- Exemplo comum:
  - há uma hipótese a ser testada e coletam-se dados para testá-la (ou mais exatamente, falsificar uma hipótese nula).
- Embaúbas (gênero *Cecropia*) e formigas associadas: relação seria mutualística, as formigas protegendo a planta contra herbívoros.



# Abordagem de hipótese nula

- A presença de herbivoria nas folhas foi avaliada em embaúbas (*Cecropia pachystachia*) com e sem formigas, e foram encontrados os seguintes resultados:

	Com formigas	Sem formigas
Sem herbivoria	72	12
Com herbivoria	34	14

Os resultados apoiam a hipótese, mais exatamente, falsificam a hipótese nula de não haver diferenças reais entre ter formigas ou não?

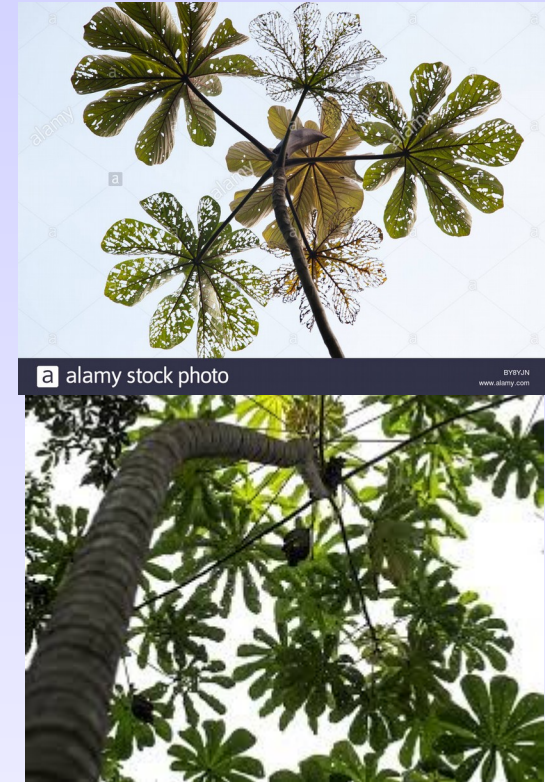
- Podemos determinar a chance de obter estes resultados se uma **hipótese nula** fosse verdadeira
- Chance = Probabilidade
- Hipótese nula?
- No caso anterior, esta probabilidade é de 0,06
- Podemos dizer então que a hipótese nula é correta?

# Outra abordagem: hipóteses múltiplas

Baseando-se em estudos anteriores, existem dois resultados:

Hipótese 2: A herbivoria em embaúbas pode ser reduzida em 10%

Hipótese 3: A herbivoria em embaúbas pode ser reduzida em 70%



[http://w3.marietta.edu/~biol/costa\\_rica/animals/cecropia\\_ants.htm](http://w3.marietta.edu/~biol/costa_rica/animals/cecropia_ants.htm)

A herbivoria pode ainda ser afeta pela idade da planta, ou por uma combinação destes fatores

Quantas hipóteses formuladas *a priori* podemos ter?

- Podemos calcular a chance então de cada uma destas hipóteses ser verdadeira, **considerando os resultados obtidos**

- É um raciocínio inverso:  
considerando os dados  
(não a hipótese nula),  
qual a chance de cada uma das hipóteses  
alternativas ser verdadeira?



- Para diferenciar de probabilidade como definida antes, vamos chamar esta chance de **verossimilhança** (*likelihood*)
- Podemos então ordenar as hipóteses em termos de sua verossimilhança aos dados e dizer quais as mais apoiadas.

# Abordagens ao teste de hipóteses

- estimar as probabilidades dos valores observados segundo **uma hipótese** nula  
(1ª. Abordagem, tradicional)
- ou a verossimilhança (*likelihood*) **de cada hipótese** aos dados obtidos  
(2ª. Abordagem, ex. Seleção de Modelos)
- ou ainda incorporar nos cálculos o conhecimento já existente sobre **as hipóteses**  
(3ª. Abordagem, estatística Bayesiana)