

# **SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA**

## **MÓDULO INFERENCIA FILOGENÉTICA**

**Julián Aguirre-Santoro**

Instituto de Ciencias Naturales  
Universidad Nacional de Colombia  
Oficina 223 [Jaaguirresa@unal.edu.co](mailto:Jaaguirresa@unal.edu.co)

# MATRICES PARA INFERENCIA FILOGENÉTICA

Genus	Transformation series <sup>a)</sup>														
	A <sup>b)</sup>	B <sup>b)</sup>	C <sup>b)</sup>	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O <sup>b)</sup>
<i>Acuaría</i>	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ancyracanthopsis</i>	0	1	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<i>Cosmocephalus</i>	4	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desportesius</i>	3	0	0	0	1	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0
<i>Echinuria</i>	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0
<i>Molinacuaria</i>	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1
<i>Paracuaria</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schistorophus</i>	0	1	2	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1
<i>Sciadiocara</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Seuratia</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Skrjabinocerca</i>	2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
<i>Skrjabinoclava</i>	4	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	1	0	2	0
<i>Sobolevicephalus</i>	0	1	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Stammerinema</i>	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Stegophorus</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Synhimantus</i>	3	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
<i>Tikusanema</i>	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0
<i>Spiroxys</i> <sup>c)</sup>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Scarites	C	T	T	A	G	A	T	C	G	T	A	C	C	A	A	-	-	-	A	A	T	A	T	T	A	C
Carenum	C	T	T	A	G	A	T	C	G	T	A	C	C	A	C	A	-	T	A	C	-	T	T	T	A	C
Pasimachus	A	T	T	A	G	A	T	C	G	T	A	C	C	A	C	T	A	T	A	A	G	T	T	T	A	C
Pheropsophus	C	T	T	A	G	A	T	C	G	T	T	C	C	A	C	-	-	-	A	C	A	T	A	T	A	C
Brachinus armiger	A	T	T	A	G	A	T	C	G	T	A	C	C	A	C	-	-	-	A	T	A	T	A	T	T	C
Brachinus hirsutus	A	T	T	A	G	A	T	C	G	T	A	C	C	A	C	-	-	-	A	T	A	T	A	T	A	C
Aptinus	C	T	T	A	G	A	T	C	G	T	A	C	C	A	C	-	-	-	A	C	A	A	T	T	A	C
Pseudomorpha	C	T	T	A	G	A	T	C	G	T	A	C	C	-	-	-	-	-	A	C	A	A	A	T	A	C

# EJEMPLO CON CARNIVORA

## I. Selección de taxones

**Pregunta 1:** ¿Cuales son las relaciones dentro de Carnivora?

**Pregunta 2:** ¿Los pinnipedos forman un grupo monofilético?



**Grupo ajeno: Topo**



# EJEMPLO CON CARNIVORA

## 2. Lista de caracteres y estados de caracter

No.	Caracter	Estados
1	Ramificación de los maxiloturbinales	(0): Poco ramificado (1): Altamente ramificado
2	Forma del proceso paroccipital	(0): Erecto, (1): Convexo
3	# de incisivos inferiores	(0): 2, (1): 3:
4	Molar superior # 1	(0): presente, (1): ausente
5	Baculum (hueso peniano)	(0): presente, (1): ausente
6	Cola	(0): Larga, (1): corta
7	Halux (quinto dígito en la parte trasera de la pierna)	(0): prominente, (1): reducido o ausente
8	Garras	(0): No retraíbles, (1): retraíbles
9	Glándula prostática	(0): pequeño y simple, (1): grande, bilobado
10	Estructura del riñón	(0): simple, (1): conglomerado
11	Orejas externas	(0): presente, (1): ausente
12	Posición de los testículos	(0): escrotal, (1): abdominal

# EJEMPLO CON CARNIVORA

## 3. Matriz morfológica codificada

	1 (4)	2 (21)	3 (32)	4 (45)	5 (52)	6 (54)	7 (56)	8 -	9 (59)	10 (60)	11 (61)	12 (62)	13 (40)	14 (50)	15 (51)	16 (1)	17 (2)	18 (3)	19 (24)	20 (26)
Outgroup	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cat	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Hyena	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Civet	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Dog	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Raccoon	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Bear	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Otter	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
Seal	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	?	0	1	1
Walrus	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
Sea lion	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1

# CARACTERES PARA INFERIR FILOGENIAS


## Codificación de los caracteres

		<i>Propuesta de transformación de "lo mismo"</i>					
Terminales		1	2	3	4	5	
	A	1	1	—	—	—	
	B	0	0	1	1	0	
	C	0	0	0	1	0	
	D	0	0	1	0	1	
	E	0	0	0	0	1	<i>Propuesta de homología</i>

# CARACTERES PARA INFERIR FILOGENIAS

## Codificación de los caracteres

*Independencia de caracteres*



	1	2	3	4	5
A	1	1	—	—	—
B	0	0	1	1	0
C	0	0	0	1	0
D	0	0	1	0	1
E	0	0	0	0	1

# CARACTERES PARA INFERIR FILOGENIAS

## Codificación de los caracteres

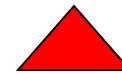
A

B

C

D

E



***Codificación compuesta*** multiestado con una sola serie de transformación

1 ausente

2 redondo negro

3 redondo rojo

4 triángulo negro

5 triángulo rojo

A 1

B 2

C 3

D 4

E 5



# CARACTERES PARA INFERIR FILOGENIAS

## Codificación de los caracteres

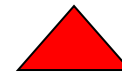
A

B

C

D

E



**Codificación intermedia** dos doble estado y uno de presencia

1 Presencia del atributo: (0) ausente, (1) presente

2 Color: rojo (0), negro (1)

3 Forma: circular (0), triangular (1)

	1	2	3
A	0	-	-
B	1	1	0
C	1	0	1
D	1	1	0
E	1	0	1

# CARACTERES PARA INFERIR FILOGENIAS

## Codificación de los caracteres

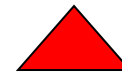
A

B

C

D

E



**Codificación reductiva** presencia ausencia de todas las condiciones

1 características presente (0), ausente (1)

2 rojo presente (0), ausente (1)

3 negro presente (0), ausente (1)

4 triángulo presente (0), ausente (1)

5 círculo presente (0), ausente (1)

	1	2	3	4	5
A	1	-	-	-	-
B	0	0	1	1	0
C	0	1	0	1	0
D	0	0	1	0	1
E	0	1	0	0	1

# EJEMPLO CON CARNIVORA

## 3. Matriz morfológica codificada

### OTROS CÓDIGOS:

- Polimorfismos (I2) o [I2], (A)
- No aplicable: (–) o (9) o (?)
- Gap: (–); solo para ADN o AAs
- Faltante: (–) o (9) o (?)
- Ambigüedad (ADN): Código IUPAC

IUPAC Code	Mnemonic	Meaning	Complement
A	Adenine	A	T
C	Cytosine	C	G
G	Guanine	G	C
T/U	Thymidine	T	A
K	Keto	G or T	M
M	Amino	A or C	K
S	Strong	C or G	S
W	Weak	A or T	W
R	Purine	A or G	Y
Y	Pyrimidine	C or T	R
B	not A	C or G or T	V
D	not C	A or G or T	H
H	not G	A or C or T	D
V	not T and not U	A or C or G	B
N	any	G or A or T or C	N

```
#NEXUS
```

```
[  
Data from:
```

```
Hayasaka, K., T. Gojobori, and S. Horai. 1988. Molecular phylogeny  
and evolution of primate mitochondrial DNA. Mol. Biol. Evol.  
5:626-644.
```

```
]
```

```
begin data;  
  dimensions ntax=12 nchar=898;  
  format datatype=dna interleave=no gap=-;  
  matrix
```

Tarsius_syrichta	AAGTTTCATTGGAGCCACCACTCTTATAATTGCCCATGGCCTCACCTCCTCCCTATTATTTGCCTAGCA
Lemur_catta	AAGCTTCATAGGAGCAACCATTCTAATAATCGCACATGGCCTTACATCATCCATATTATTCTGTCTAGCC
Homo_sapiens	AAGCTTCACCGGCGCAGTCATTCTCATAATCGCCCACGGGCTTACATCCTCATTACTATTCTGCCTAGCA
Pan	AAGCTTCACCGGCGCAATTATCCTCATAATCGCCCACGGACTTACATCCTCATTATTATTCTGCCTAGCA
Gorilla	AAGCTTCACCGGCGCAGTTGTTCTTATAATTGCCCACGGACTTACATCATCATTATTATTCTGCCTAGCA
Pongo	AAGCTTCACCGGCGCAACCACCCTCATGATTGCCCATGGACTCACATCCTCCCTACTGTTCTGCCTAGCA
Hylobates	AAGCTTTACAGGTGCAACCGTCCTCATAATCGCCCACGGACTAACCTCTTCCCTGCTATTCTGCCTTGCA
Macaca_fuscata	AAGCTTTTCCGGCGCAACCATCCTTATGATCGCTCACGGACTCACCTCTTCCATATATTTCTGCCTAGCC
M_mulatta	AAGCTTTTCTGGCGCAACCATCCTCATGATTGCTCACGGACTCACCTCTTCCATATATTTCTGCCTAGCC
M_fascicularis	AAGCTTCTCCGGCGCAACCACCCTTATAATCGCCCACGGGCTCACCTCTTCCATGTATTTCTGCTTGGCC
M_sylvanus	AAGCTTCTCCGGTGCAACTATCCTTATAGTTGCCCATGGACTCACCTCTTCCATATACTTCTGCTTGGCC
Saimiri_sciureus	AAGCTTCACCGGCGCAATGATCCTAATAATCGCTCACGGGTTTACTTCGTCTATGCTATTCTGCCTAGCA

```
;
```

```
end;
```

#NEXUS

[written Tue Mar 14 20:37:25 COT 2017 by Mesquite version 3.2 (build 801) at  
Julians-MacBook-Pro.local/192.168.0.6]

BEGIN TAXA;

TITLE Taxa;

DIMENSIONS NTAX=12;

TAXLABELS

Tarsius\_syrichta Lemur\_catta Homo\_sapiens Pan Gorilla Pongo Hylobates  
Macaca\_fuscata M\_mulatta M\_fascicularis M\_sylvanus Saimiri\_sciureus  
;

END;

BEGIN CHARACTERS;

TITLE Character\_Matrix;

DIMENSIONS NCHAR=897;

FORMAT DATATYPE = DNA GAP = - MISSING = ?;

MATRIX

Tarsius\_syrichta  
AAGTTTCATTGGAGCCACCACCTCTTATAATTGCCCATGGCCTCACCTCCTCCCTATTATTTGCCTAGCAAATACAACTACGAACGAGT

#NEXUS

BEGIN DATA;

DIMENSIONS NTAX=12 NCHAR=897;

FORMAT DATATYPE = DNA GAP = - MISSING = ?;

MATRIX

Tarsius_syrichta	AAGTTTCATTGGAGCCACCACCTCTTATAATTGCCCATGGCCTCACCTCCTCCCTATTATTTGCCTAGCAAATACAACTACGAACGAGT
Lemur_catta	AAGCTTCATAGGAGCAACCATCTAATAATCGCACATGGCCTTACATCATCCATATTATTCTGCTAGCAAACCTAACTACGAACGAATC
Homo_sapiens	AAGCTTCACCGGCGCAGTCATTCTCATAATCGCCACGGGCTTACATCCTCATTACTATTCTGCTAGCAAACCTAACTACGAACGCACT
Pan	AAGCTTCACCGGCGCAATTATCCTCATAATCGCCACGGACTTACATCCTCATTATTATTCTGCTAGCAAACCTAAATTATGAACGCACC
Gorilla	AAGCTTCACCGGCGCAGTTGTTCTTATAATTGCCACGGACTTACATCATCATTATTATTCTGCTAGCAAACCTAACTACGAACGAACC
Pongo	AAGCTTCACCGGCGCAACCACCCTCATGATTGCCCATGGACTCACATCCTCCCTACTGTTCTGCTAGCAAACCTAACTACGAACGAACC
Hylobates	AAGCTTTACAGGTGCAACCGTCTCATAATCGCCACGGACTAACCTCTTCCCTGCTATTCTGCTTGCAAACCTAACTACGAACGAACCT
Macaca_fuscata	AAGCTTTTCCGGCGCAACCATCCTTATGATCGCTCACGGACTCACCTCTTCCATATATTTCTGCTAGCAAATTCAACTATGAACGCACT
Mmulatta	AAGCTTTTCTGGCGCAACCATCCTCATGATTGCTCACGGACTCACCTCTTCCATATATTTCTGCTAGCAAATTCAACTATGAACGCACT
Mfascicularis	AAGCTTCTCCGGCGCAACCACCCTTATAATCGCCACGGGCTCACCTCTTCCATGTATTTCTGCTTGCCCAATTCAACTATGAGCGCACT
M_sylvanus	AAGCTTCTCCGGTGCAACTATCCTTATAGTTGCCCATGGACTCACCTCTTCCATATACTTCTGCTTGCCCAACTCAACTACGAACGCACC
Saimirisciureus	AAGCTTCACCGGCGCAATGATCCTAATAATCGCTCACGGGTTACTTCGTCTATGCTATTCTGCTAGCAAACCTCAAATTACGAACGAATT

;

END;

begin mrbayes;

set autoclose=yes nowarn=yes;

lset nst=6 rates=invgamma;

unlink statefreq=(all) revmat=(all) shape=(all) pinvar=(all);

prset applyto=(all) ratepr=variable;

mcmc ngen= 1000000 relburnin=yes burninfrac=0.25 printfreq=1000 samplefreq=1000 nchains=4 savebrlens=yes;

mcmc;

sumt;

end;

# Phyllip

12 897

Tarsius_sy	AAGTTTCATTGGAGCCACCACTCTTATAATTGCCCATGGCCTCACCTCCTCCCTATTATTTTGCCTAGCAAATACAAAC
Lemur_catt	AAGCTTCATAGGAGCAACCATTCTAATAATCGCACATGGCCTTACATCATCCATATTATTCTGTCTAGCCAACCTCTAAC
Homo_sapie	AAGCTTCACCGGCGCAGTCATTCTCATAATCGCCACGGGCTTACATCCTCATTACTATTCTGCCTAGCAAACCTCAAAC
Pan	AAGCTTCACCGGCGCAATTATCCTCATAATCGCCACGGACTTACATCCTCATTATTATTCTGCCTAGCAAACCTCAAAT
Gorilla	AAGCTTCACCGGCGCAGTTGTTCTTATAATTGCCACGGACTTACATCATCATTATTATTCTGCCTAGCAAACCTCAAAC
Pongo	AAGCTTCACCGGCGCAACCACCCTCATGATTGCCCATGGACTCACATCCTCCCTACTGTTCTGCCTAGCAAACCTCAAAC
Hylobates	AAGCTTTACAGGTGCAACCGTCCTCATAATCGCCACGGACTAACCTCTTCCCTGCTATTCTGCCTTGCAAACCTCAAAC
Macaca_fus	AAGCTTTTCCGGCGCAACCATCCTTATGATCGCTCACGGACTCACCTCTTCCATATATTTCTGCCTAGCCAATTCAAAC
M_mulatta	AAGCTTTTCTGGCGCAACCATCCTCATGATTGCTCACGGACTCACCTCTTCCATATATTTCTGCCTAGCCAATTCAAAC
M_fascicul	AAGCTTCTCCGGCGCAACCACCCTTATAATCGCCACGGGCTCACCTCTTCCATGTATTTCTGCTTGGCCAATTCAAAC
M_sylvanus	AAGCTTCTCCGGTGCAACTATCCTTATAGTTGCCCATGGACTCACCTCTTCCATATACTTCTGCTTGGCCAACCTCAAAC
Saimiri_sc	AAGCTTCACCGGCGCAATGATCCTAATAATCGCTCACGGGTTTACTTCGTCTATGCTATTCTGCCTAGCAAACCTCAAAT



```
instates dna;
xread
897 12
Tarsius_syrichta    AAGTTTCATTGGAGCCACCACTCTTATAATTGCCCATGGCCTCACCTCCTCCCTATTATTTTGCCTAGCA
Lemur_catta  AAGCTTCATAGGAGCAACCATTCTAATAATCGCACATGGCCTTACATCATCCATATTATTCTGTCTAGCCAACTCTAA
Homo_sapiens    AAGCTTCACCGGCGCAGTCATTCTCATAATCGCCACGGGCTTACATCCTCATTACTATTCTGCCTAGCAAAC
Pan  AAGCTTCACCGGCGCAATTATCCTCATAATCGCCACGGACTTACATCCTCATTATTATTCTGCCTAGCAAACCAAATTATGAAC
Gorilla  AAGCTTCACCGGCGCAGTTGTTCTTATAATTGCCACGGACTTACATCATCATTATTATTCTGCCTAGCAAACCAAAC
Pongo  AAGCTTCACCGGCGCAACCACCCTCATGATTGCCATGGACTCACATCCTCCTACTGTTCTGCCTAGCAAACCAAAC
Hylobates  AAGCTTTACAGGTGCAACCGTCCTCATAATCGCCACGGACTAACCTCTTCCCTGCTATTCTGCCTTGCAAAC
Macaca_fuscata  AAGCTTTTCCGGCGCAACCATCCTTATGATCGCTCACGGACTCACCTCTTCCATATATTTCTGCCTAGCCAATT
M_mulatta  AAGCTTTTCTGGCGCAACCATCCTCATGATTGCTCACGGACTCACCTCTTCCATATATTTCTGCCTAGCCAATTCAA
M_fascicularis  AAGCTTCTCCGGCGCAACCACCCTTATAATCGCCACGGGCTCACCTCTTCCATGTATTTCTGCTTGGCCAATT
M_sylvanus  AAGCTTCTCCGGTGAACATATCCTTATAGTTGCCCATGGACTCACCTCTTCCATATACTTCTGCTTGGCCAAC
Saimiri_sciureus  AAGCTTCACCGGCGCAATGATCCTAATAATCGCTCACGGGTTTACTTCGTCTATGCTATTCTGCCTAGCA
;
```

```
proc /;
comments 0
;
```

```
xread
'indel characters coded using 2xread using the "simple gap coding" method of SIMMONS, M. P
5800 168
A_acicu_J1          2-31302-1232210100232221232-312012212013122-----01-002011032
A_allen_J68         2-31302-1232210100232221232-312012012013123-----01-002011032
A_altoc_J80         ?????????????????????????????????????????????????????????????
A_amori_J2          2-31302-1232210100232221232-312010212013122-----01-002011032
A_amori_J81         2-31302-1232210100232221232-312010212013122-----01-002011032
A_ander_J147_T     -----02-1232210100232221232-312010212013122-----01-002011032
R_sp_no_J139       ----302-1232210100232221232-312012212013122-----01-002011032
;
cc - .;
proc/;

#
$
;
cn {0 sequence_1 A C G T /;
{1 sequence_2 A C G T /;
{2 sequence_3 A C G T /;
{3 sequence_4 A C G T /;
{4 sequence_5 A C G T /;
{5 sequence_6 A C G T /;
{6 sequence_7 A C G T /;
{7 sequence_8 A C G T /;
{8 sequence_9 A C G T /;
{9 sequence_10 A C G T /;
{10 sequence_11 A C G T /;
{11 sequence_12 A C G T /;
{12 sequence_13 A C G T /;
{13 sequence_14 A C G T /;
{14 sequence_15 A C G T /;
{15 sequence_16 A C G T /;
```

XREAD O TNT