

Filogenia del sueño

MSc Mayda Rivas

Asistente dpto Fisiología

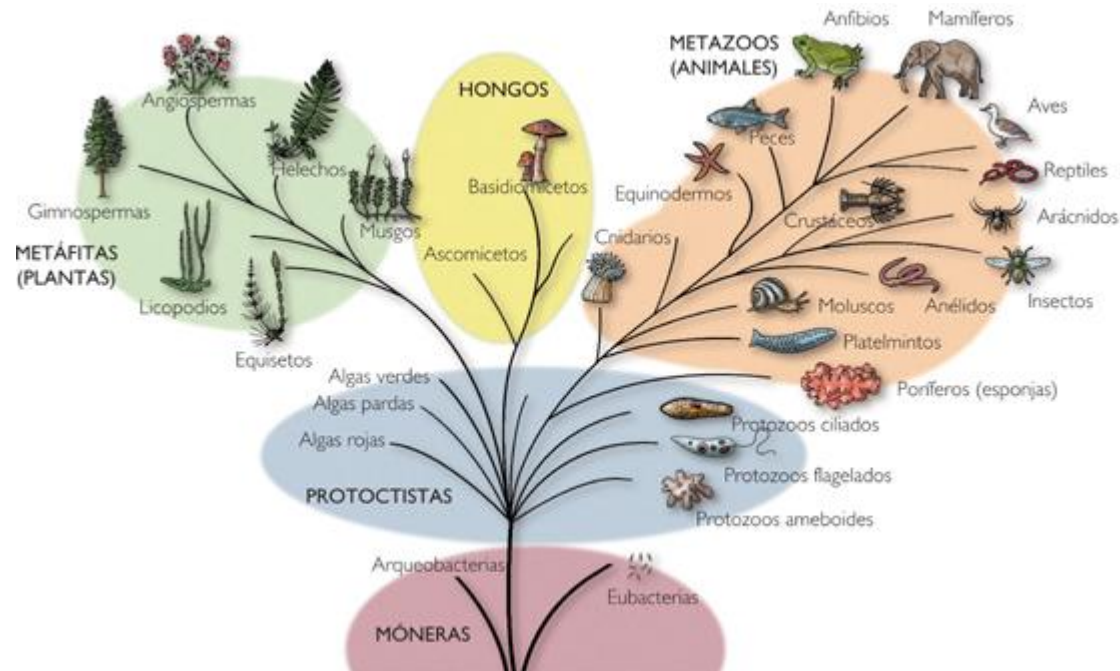
¿Qué es la filogenia?

Conjunto de procesos evolutivos que ha sufrido un organismo, o cualquiera de sus funciones, desde el momento en que aparecieron hasta el presente.

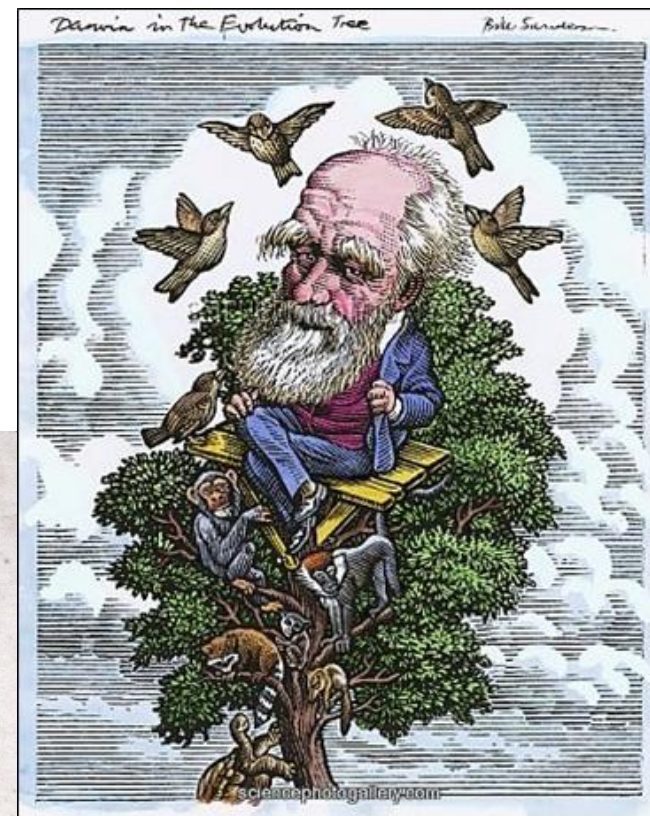
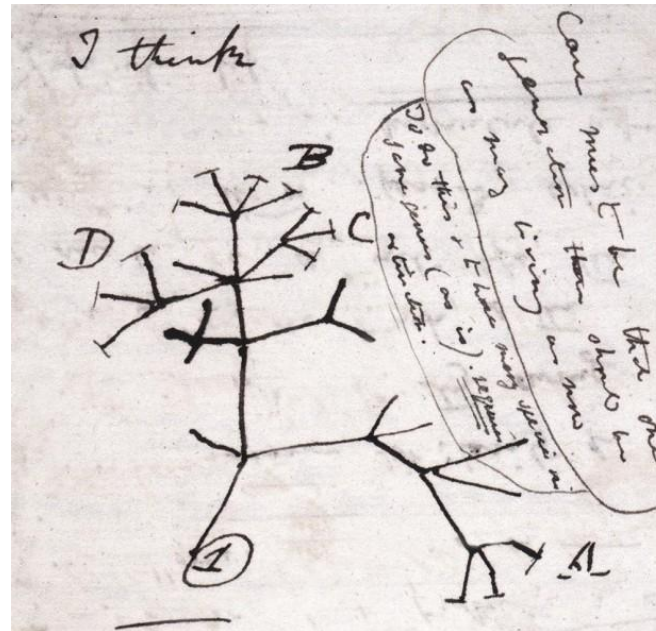
Sueño: reconstruye diferentes etapas en las que apareció en la escala evolutiva.

Reconstrucción a partir de similitud:

- anatomía
- fisiología
- embriología
- genética
- etcétera



Necesidad de descubrir historia evolutiva de los organismos inicia con “El origen de las especies” por Darwin en 1859...



¿Reconstruir la filogenia del sueño en diversos organismos puede contribuir a nuestro conocimiento sobre este fenómeno?

Uso de organismos modelo

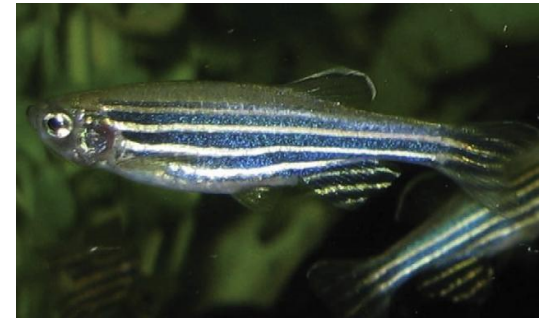
- Modelos genéticos: genomas secuenciados, pequeños, gran número de crías, tiempos de generación cortos.
- Conservación: genes del reloj circadiano, vías de señalización y neurotransmisión.
- Evolución del sueño (linajes más antiguos)
- Indicios sobre funciones del sueño de estudios filogenéticos



Drosophila melanogaster



Caenorhabditis elegans



Danio rerio.

Conservación en sistemas de neurotransmisión que controlan el sueño



Acetylcholine	●	?	●	Wake-promoting
Orexin	●	●		
Histamine	●	●	●	
Dopamine	●	●	●	
Noradrenaline	●	●	●	
Serotonin	●	●	●	Sleep-promoting
Glutamate	●	?	●	
GABA	●	●	●	
Adenosine	●	?	X	

Equivalente de NA en invertebrados: octopamina

Definir parámetros que componen al sueño...

- **Criterios electrofisiológicos**
(EEG, EOG, EMG): mamíferos y aves

¿Organismos carecen de estructuras cerebrales responsables de EEG?

¿Insuficiente musculatura periférica y ocular para EMG y EOG?

- Definición de **sueño conductual** (Piéron, 1913)



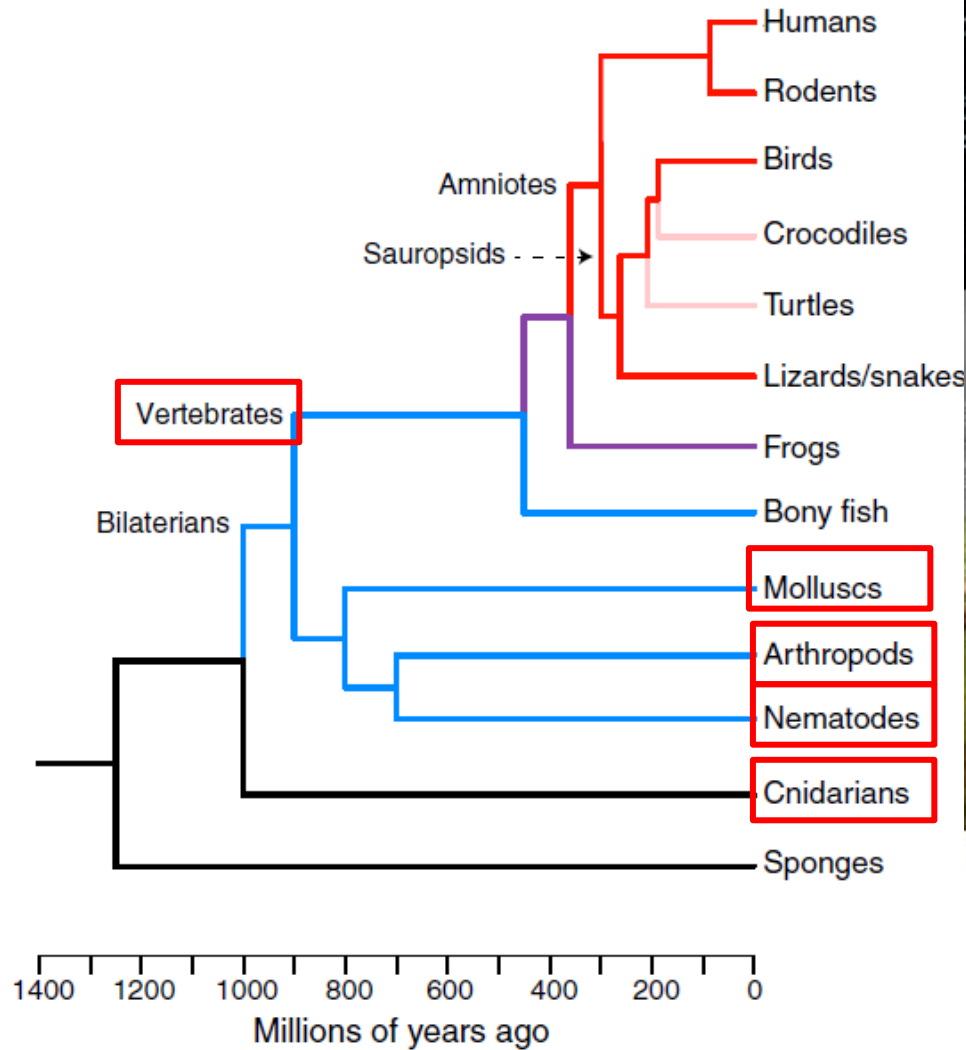
Sueño conductual cumple la mayoría de los criterios:

- Reposo motor, postura característica y lugares preferidos
- Disminución de respuesta al entorno (sueño vs vigilia inmóvil)
- Regulación homeostática
- Rápida reversibilidad (sueño vs parálisis o coma)
- Organización circadiana



¿Quienes duermen?

- **Reposo**
- **Umbrales aumentados**
- **Homeostasia**

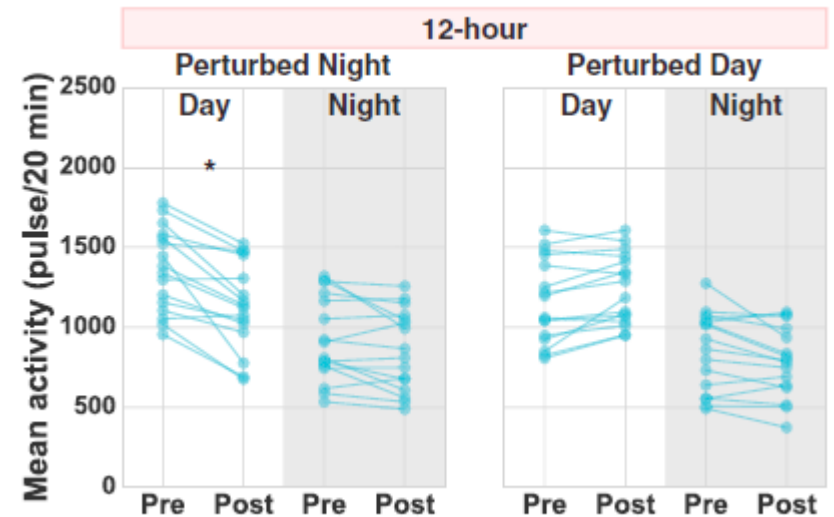
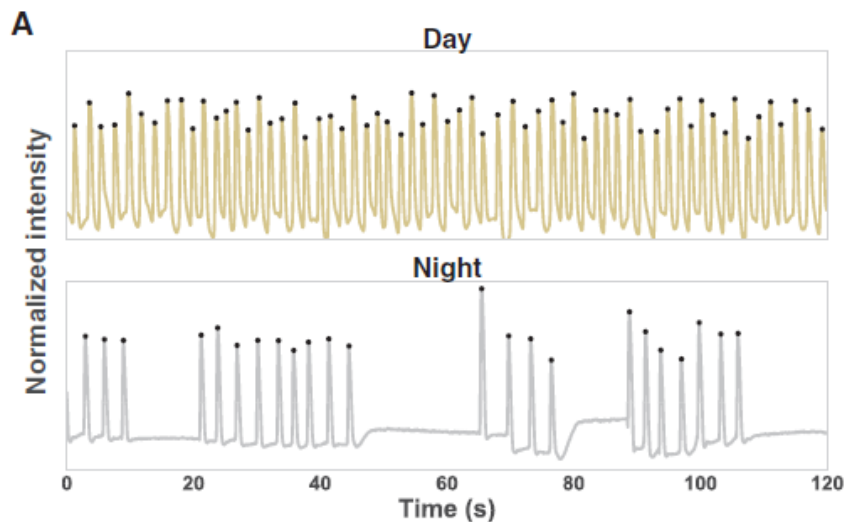
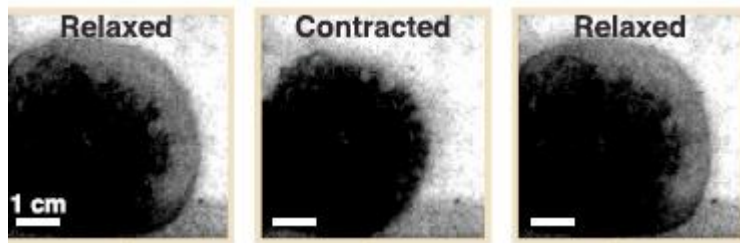
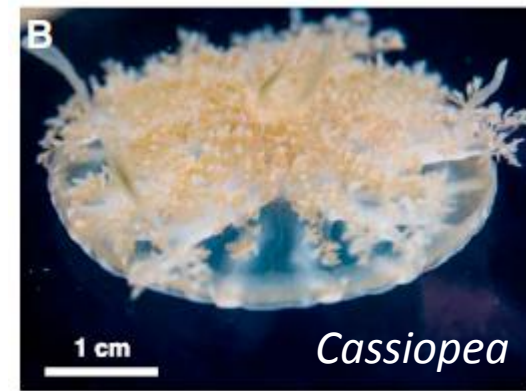


Current Biology

ancestro común de organismos bilaterales simétricos > 600 MA

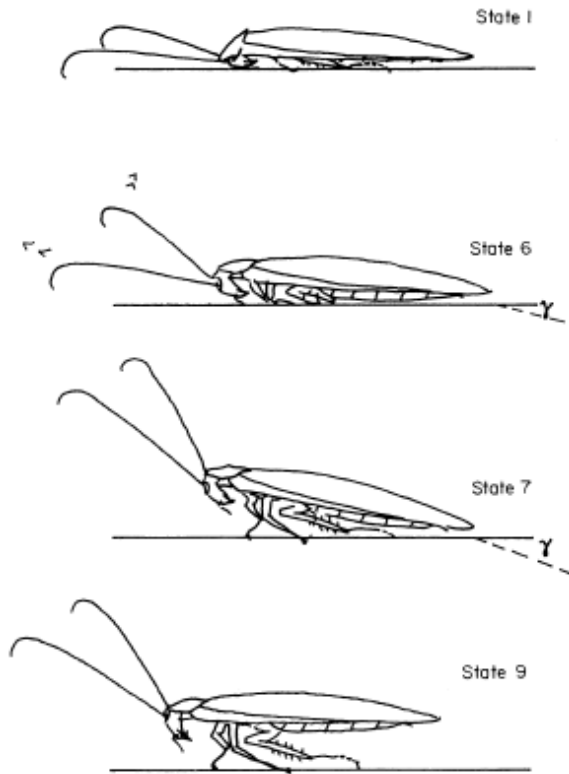
Sueño comportamental en cnidarios

- Reposo nocturno reversible
- Disminución de respuesta a estímulos
- Regulación homeostática y circadiana

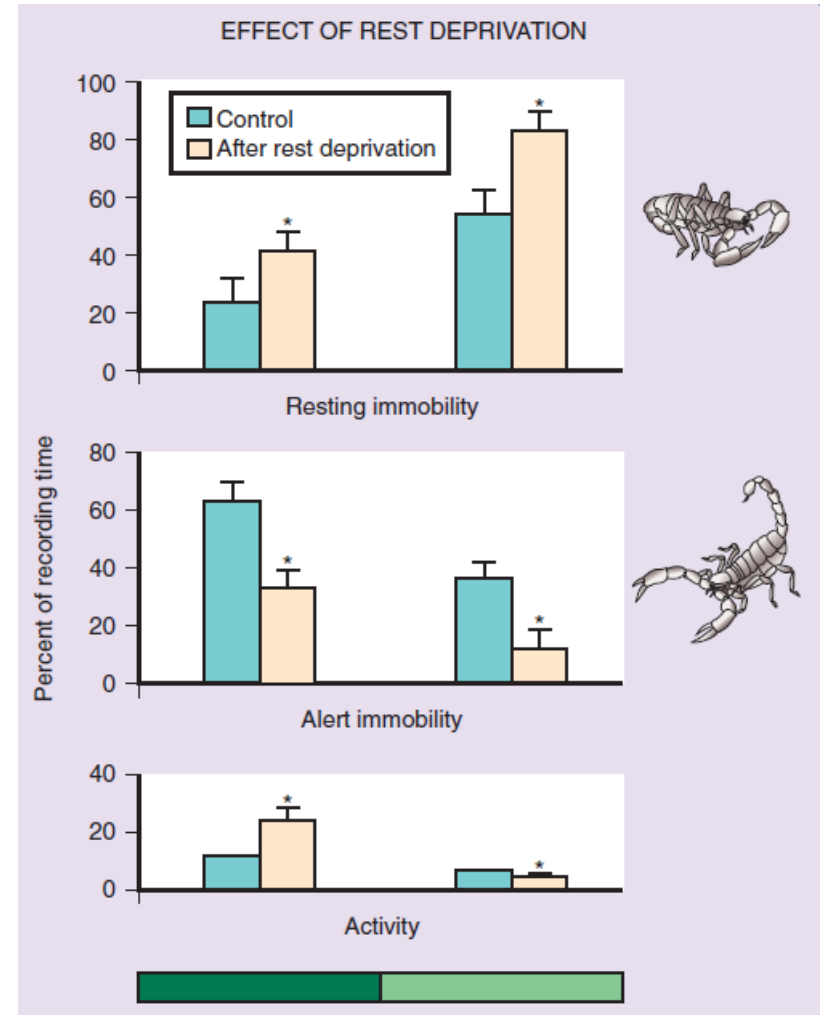


Artrópodos

- inactividad conductual reversible
- elevados umbrales
- Regulación homeostática



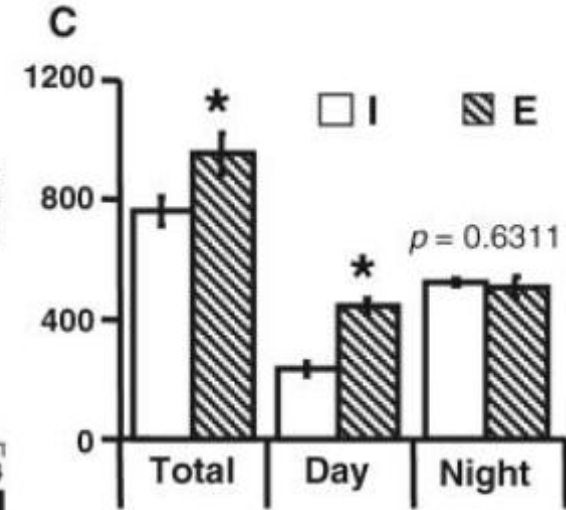
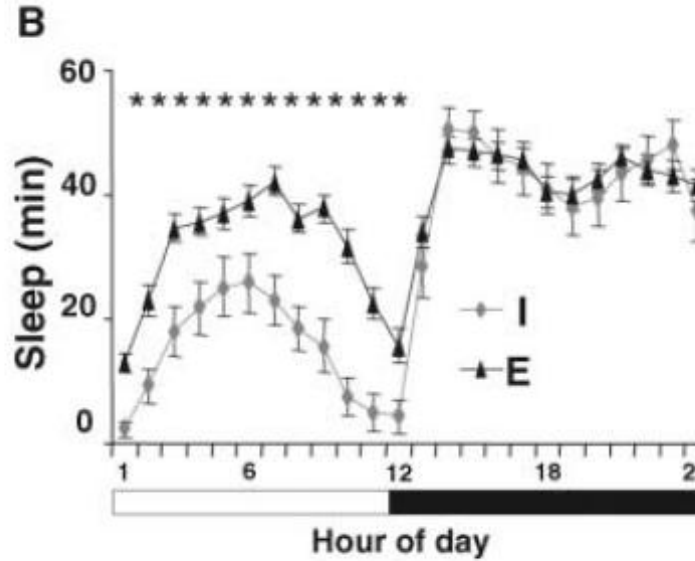
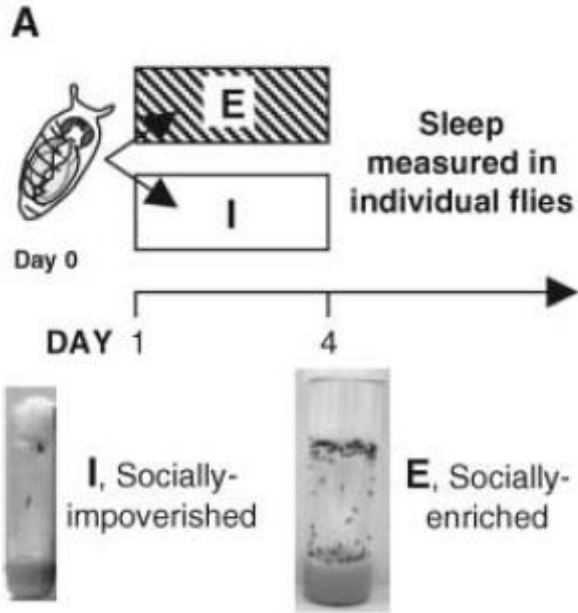
Tobler & Neuner-Jehle 1992



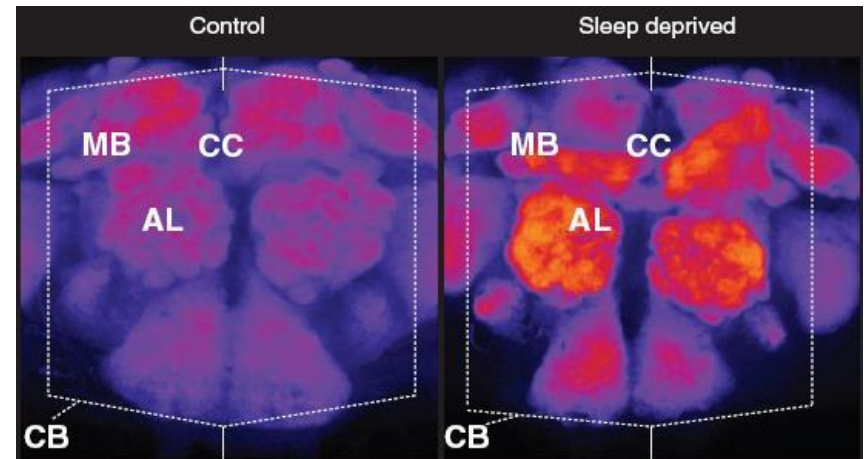
Tobler & Stalder 1988

Drosophila

Entorno social: aumenta sueño posterior



Sueño restaura "homeostasis sináptica"



Gilestro et al. 2009

“Ondas lentas” en cerebro de crustáceos

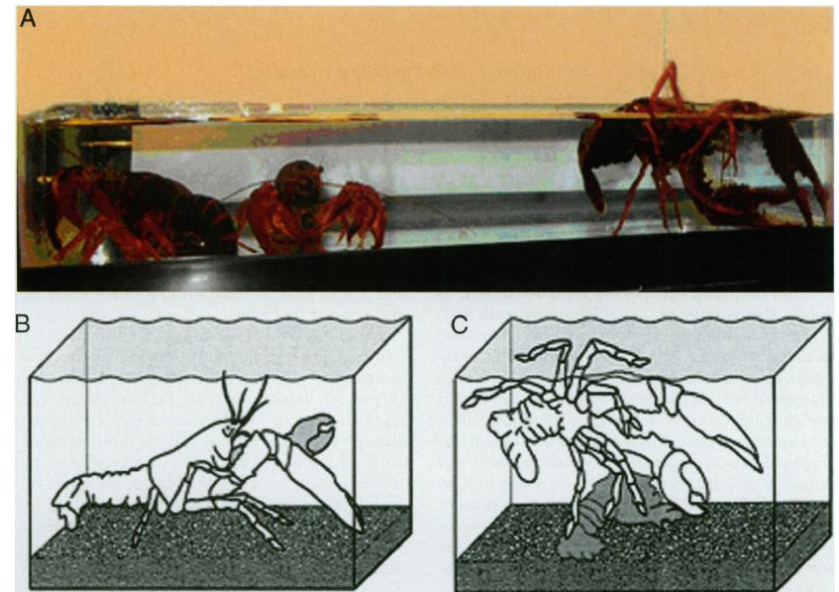
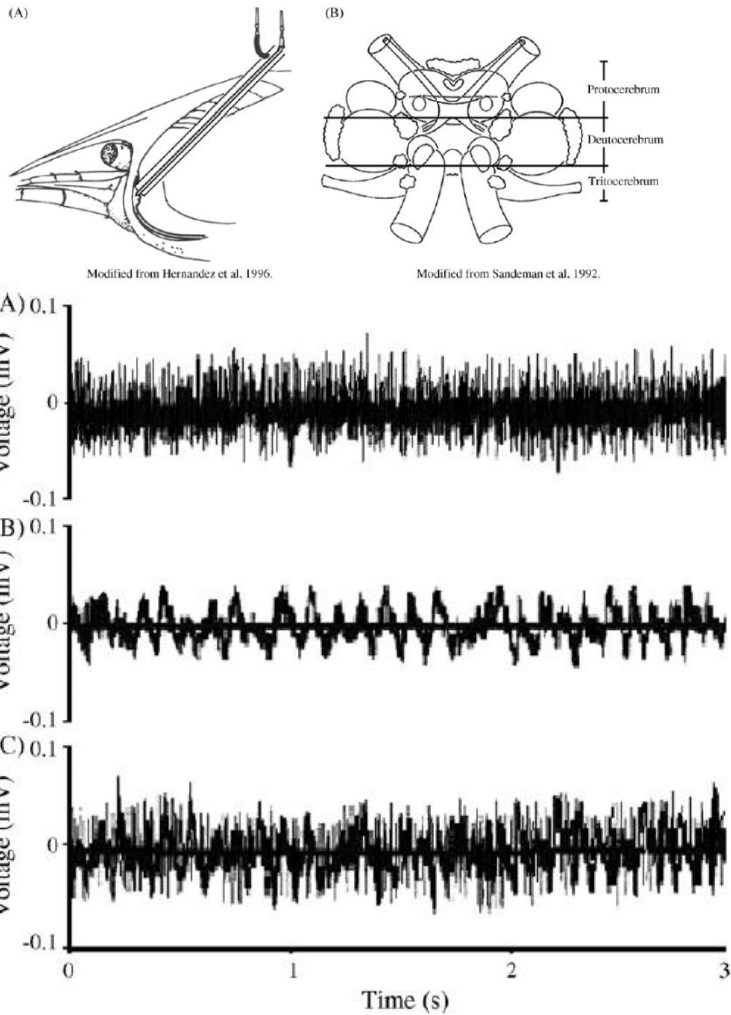
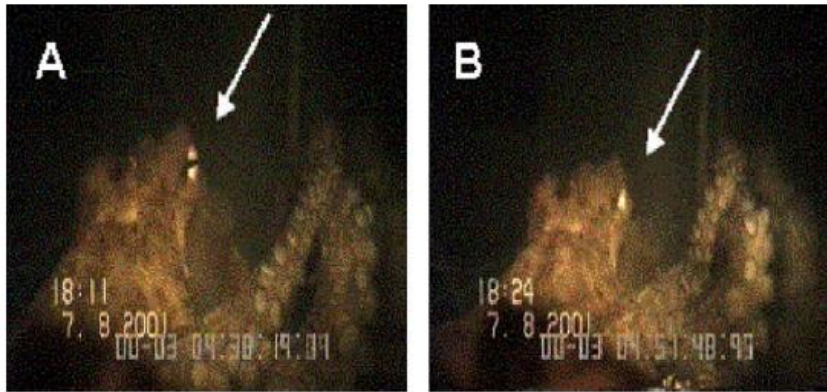


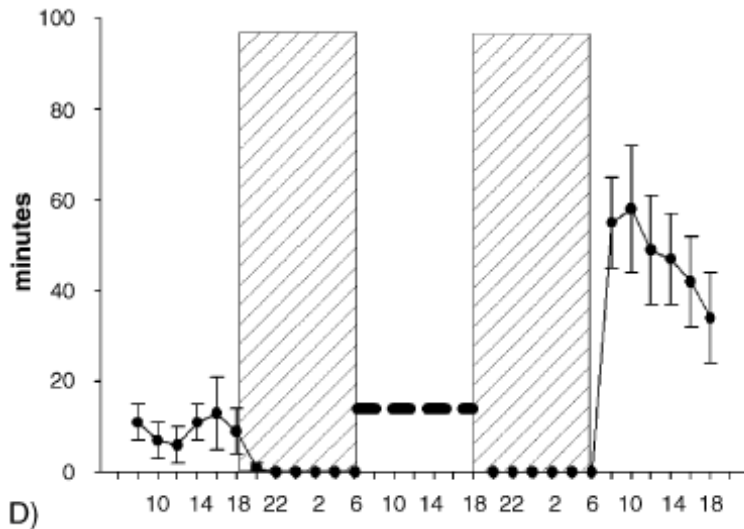
Fig. 4. Brain electrical activity from crayfish: (A) alert; (B) lying on one side; (C) crouching.

Moluscos

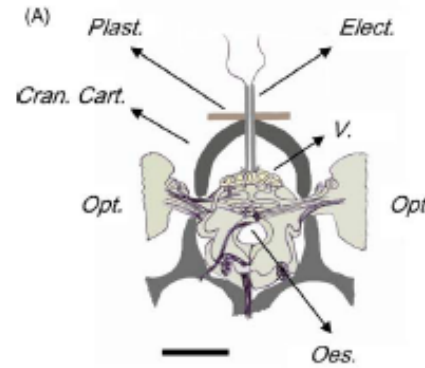
Evidencia conductual y eléctrica de ciclos actividad-descanso en *Octopus*



Eyes closed

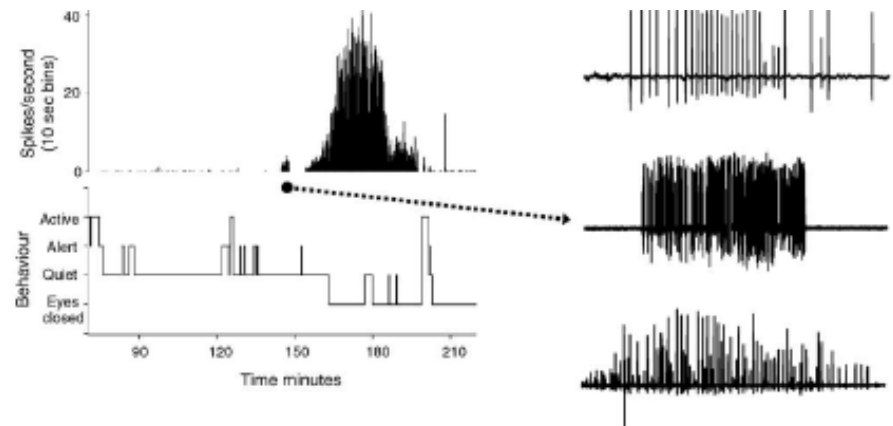


Brown et al. 2006



V., vertical lobe
Opt., optic lobe
Cran. Cart., cranial cartilage
Oes., oesophagus
Plast., plastic cover
Elect., electrodes

actividad eléctrica de cerebro supraesofágico

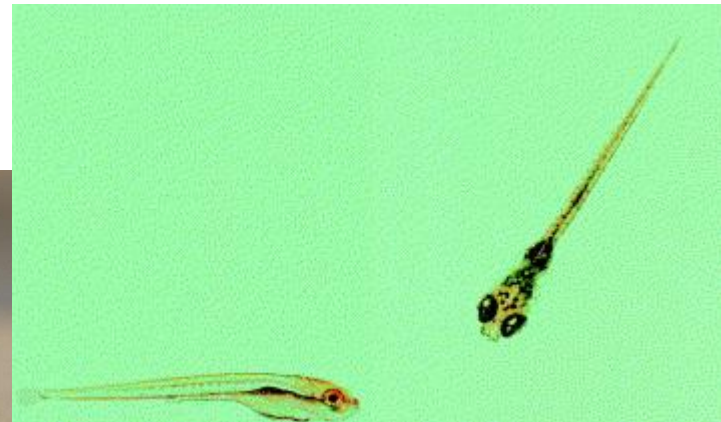


Peces

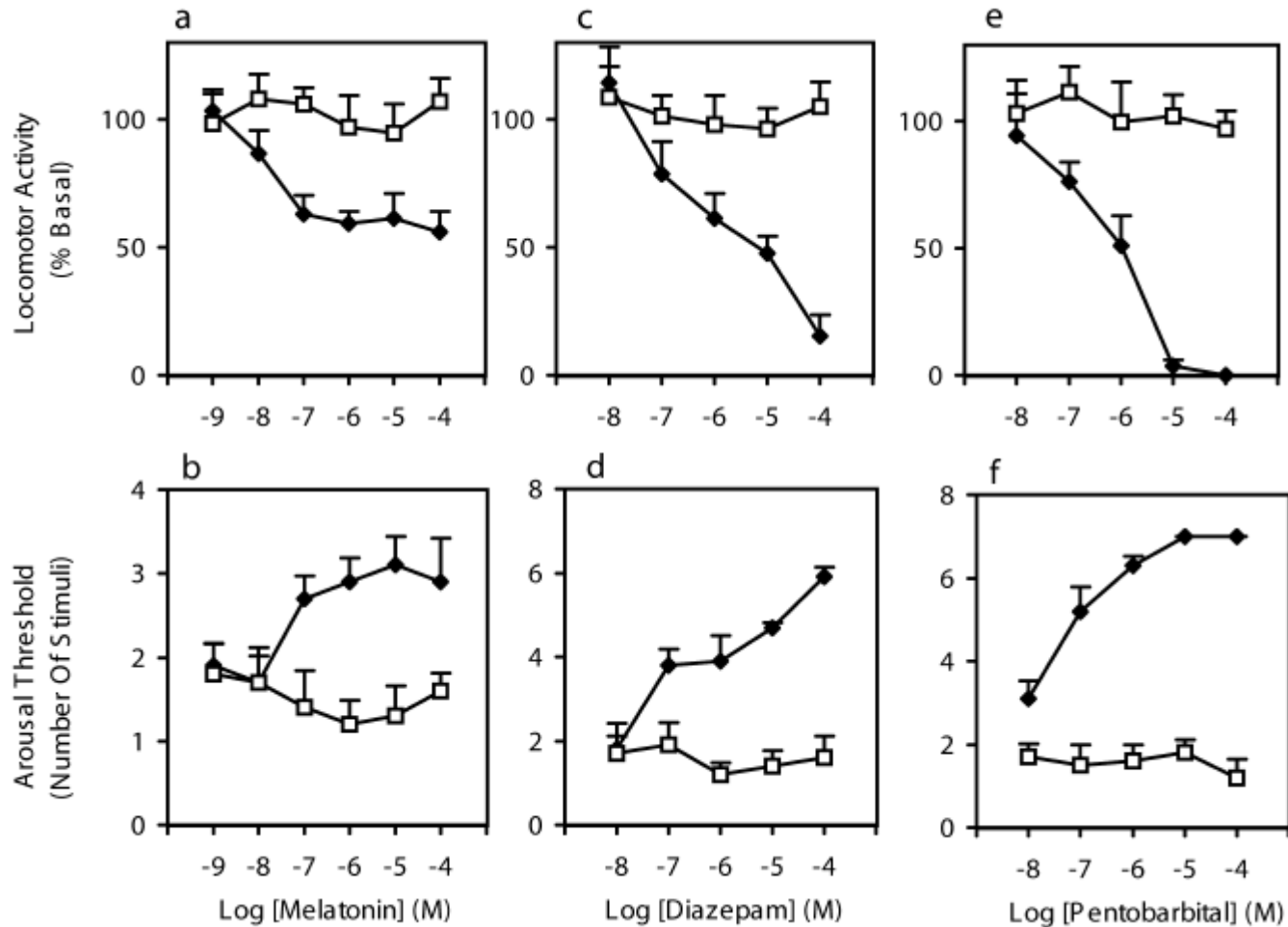


- Sueño comportamental: inmovilidad reversibles, aumento de umbrales a estímulos, lugares preferidos, regulación homeostática
- Sin evidencia electrofisiológica de REM y SWS
- Variación circadiana

Posturas de descanso típicas en larvas de pez cebrá:

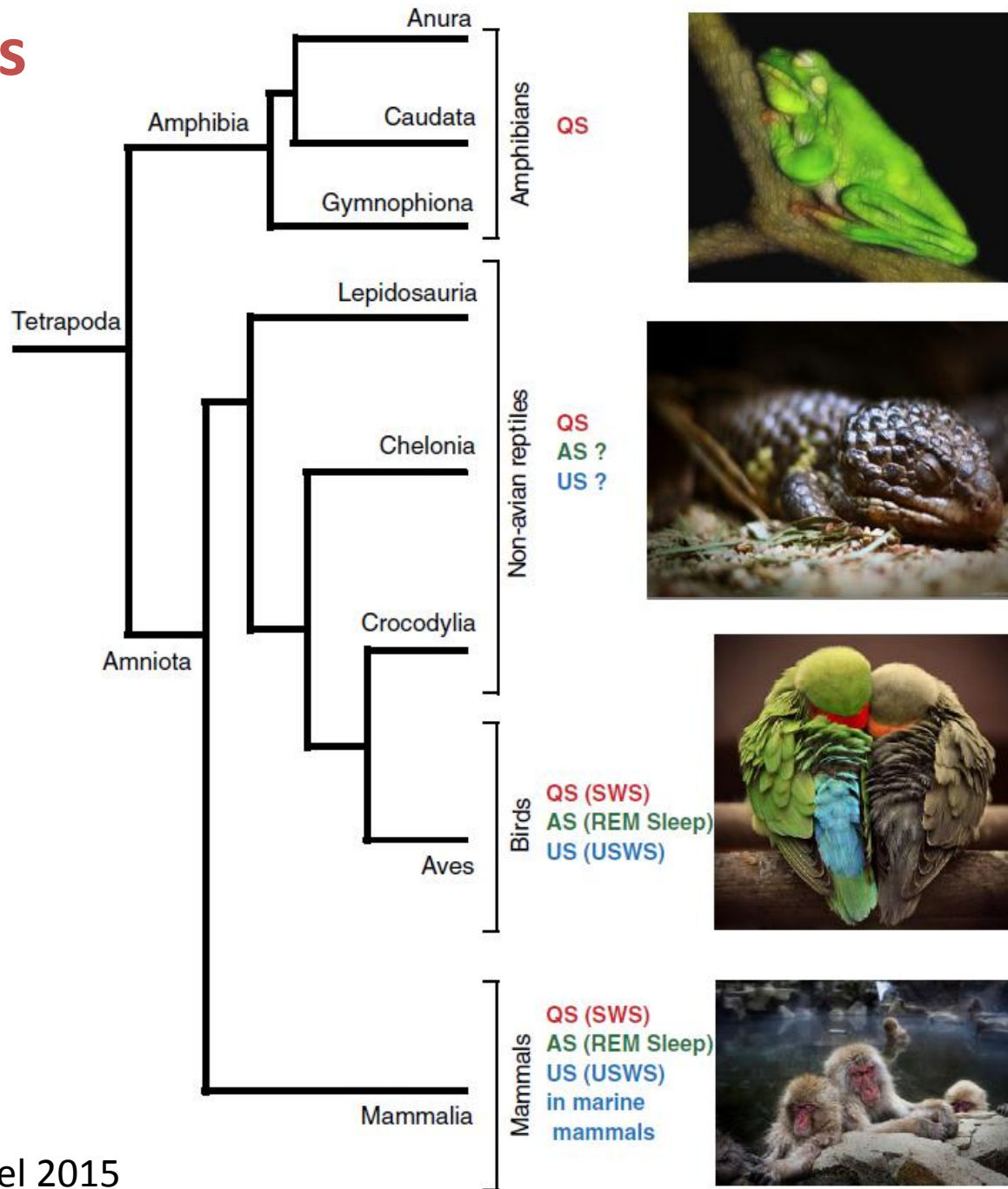


Melatonina promueve sueño en pez cebra dosis dependiente



- Sueño inducido por hipnóticos convencionales

Tetrápodos



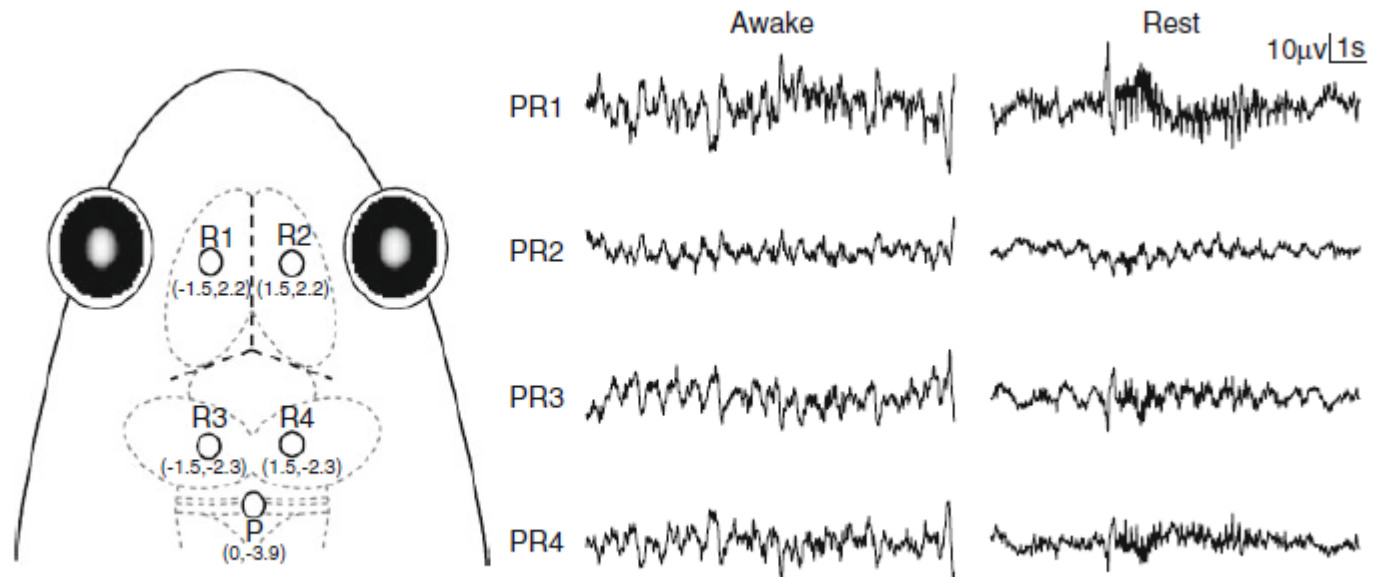
“quiet sleep”

Anfibios



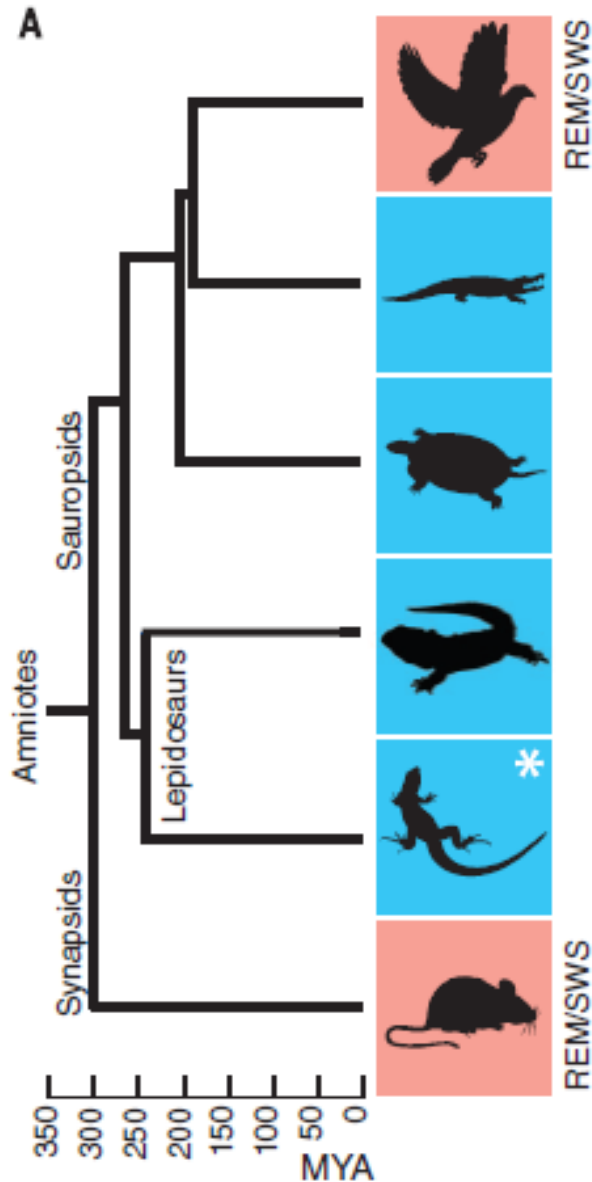
- Actividad cerebral modulada por estados de vigilancia
- Máximo voltaje en vigilia y mínimo en reposo
- Sin evidencia de REM

Fig. 1 Electrode placements and 10 s of typical EEG tracings during the awake (active) and resting vigilance states for each channel after re-referencing to the average reference. The intersection of the *three dashed lines in bold* in the frog head denotes the intersection of suture lines corresponding to lambda. The *bold line in the lower right* of the picture denotes the period in which spindles are present



**Ondas 12–14 Hz similar a husos en NREM de mamíferos:
Patrón primitivo de actividad cerebral en estado no activo?**

Aparición REM y SWS



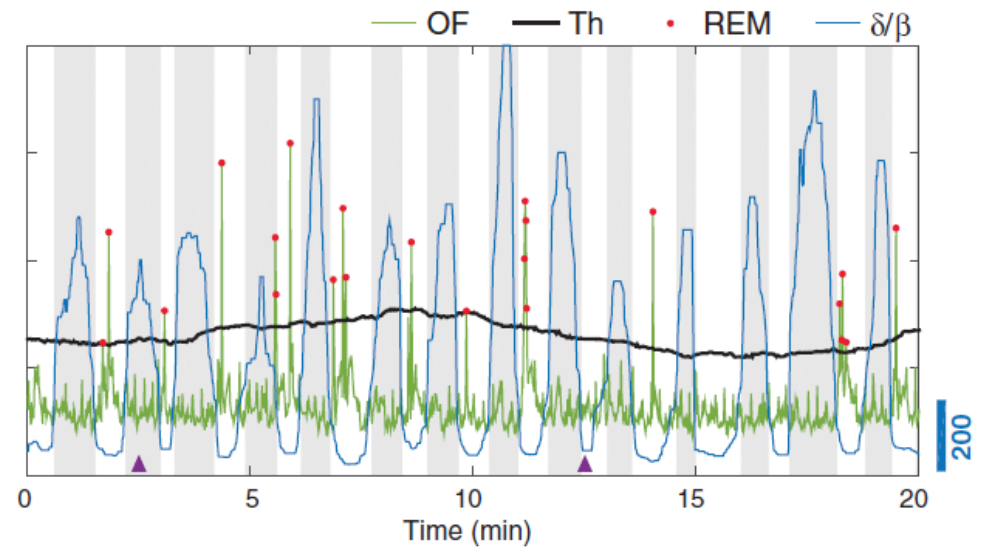
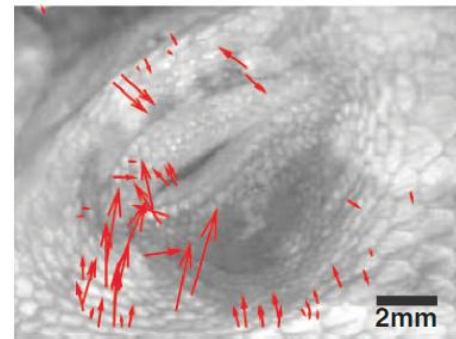
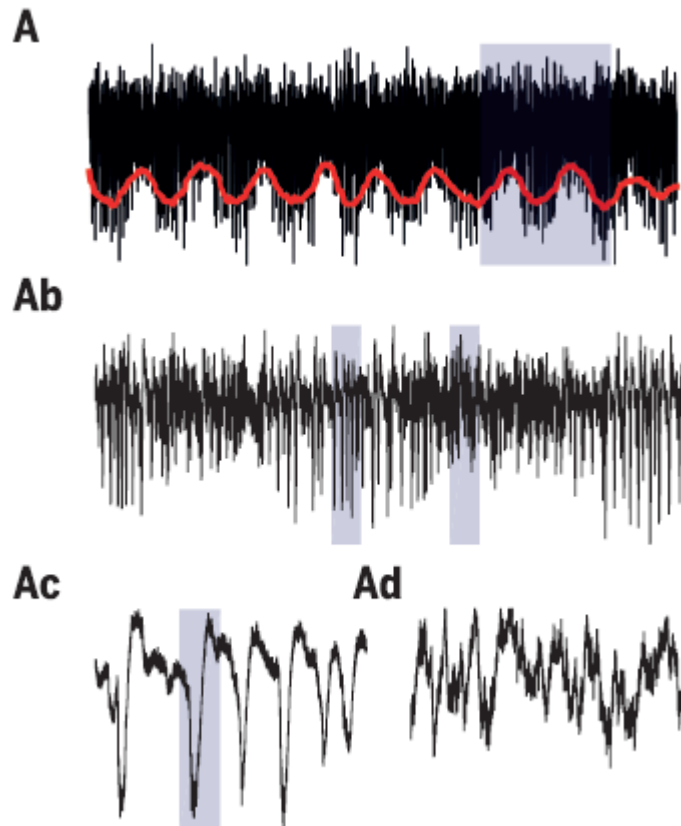
- Evolución convergente relacionado a factores ecológicos: **endotermia**

- heredadas de un ancestro común

taxones clave anfibios y reptiles muy poco estudiados

Reptiles

Reciente evidencia de SWS y REM



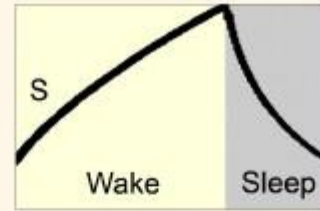
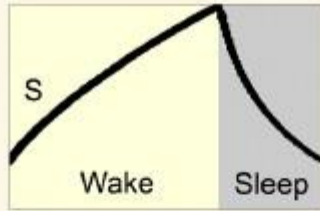
BIRDS

MAMMALS

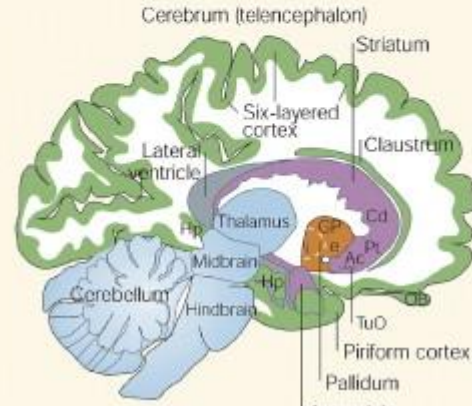
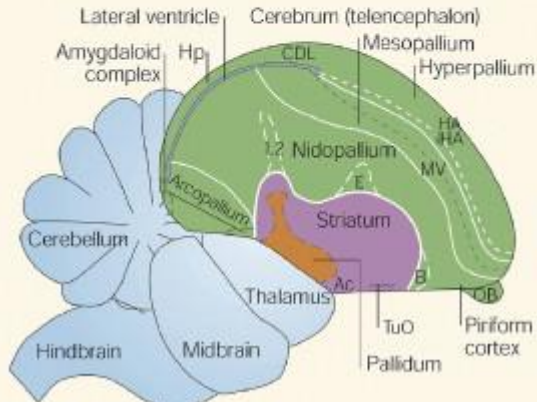
COMPLEX COGNITION



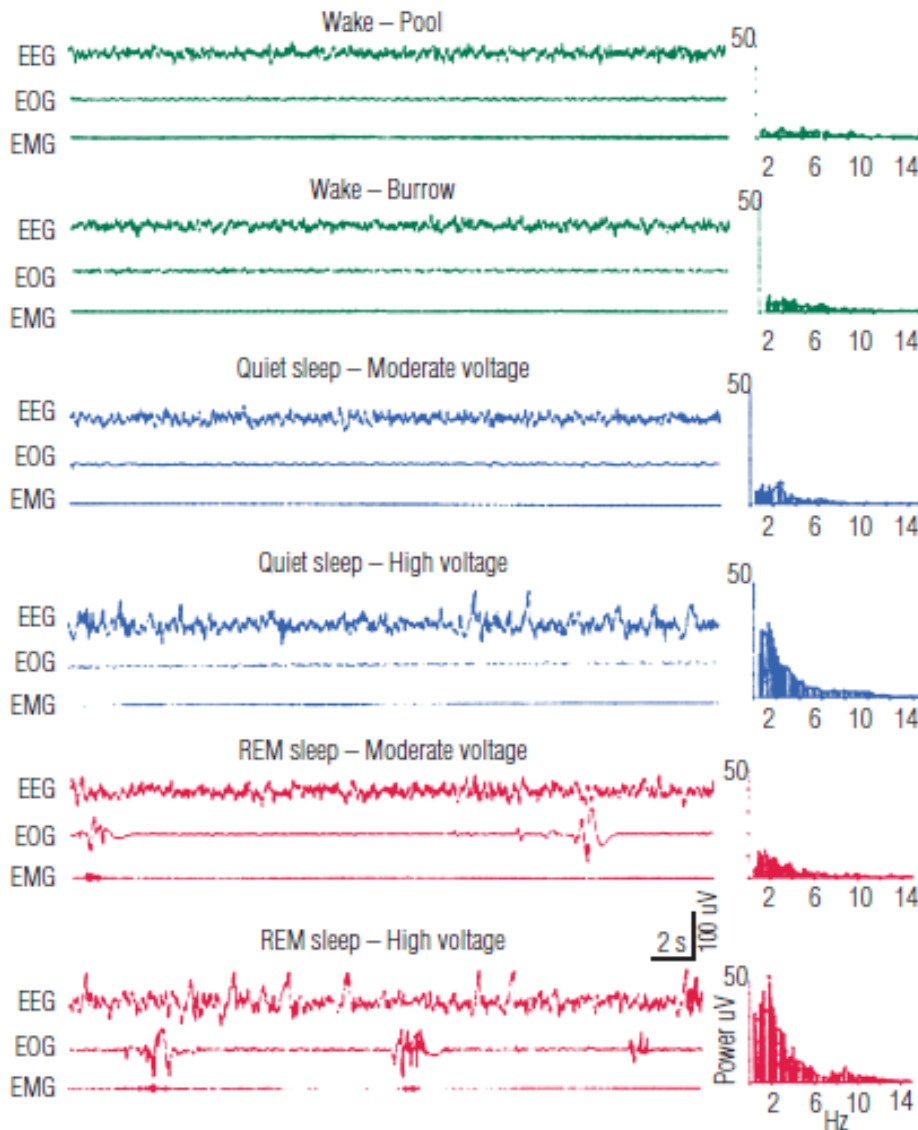
SWS HOMEOSTASIS



COMPLEX BRAIN



Monotremas



REM:

- Atonía y mov. oculares rápidos
- EEG sincronizado como NREM

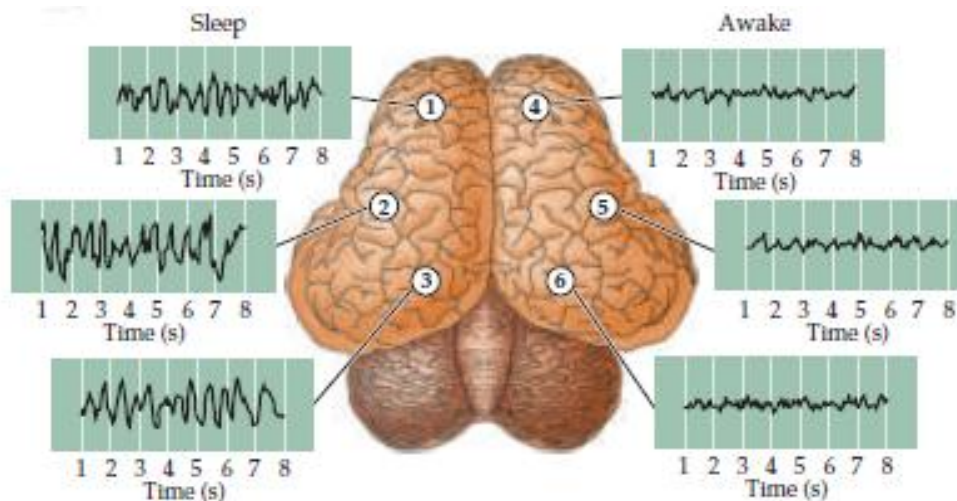
Sugiere EEG bajo voltaje en REM
evolución más reciente en
mamíferos

Variables ecológicas determinando la evolución del sueño

Disminución de sueño REM:

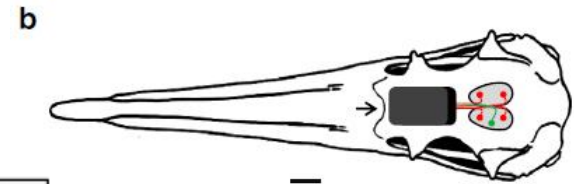
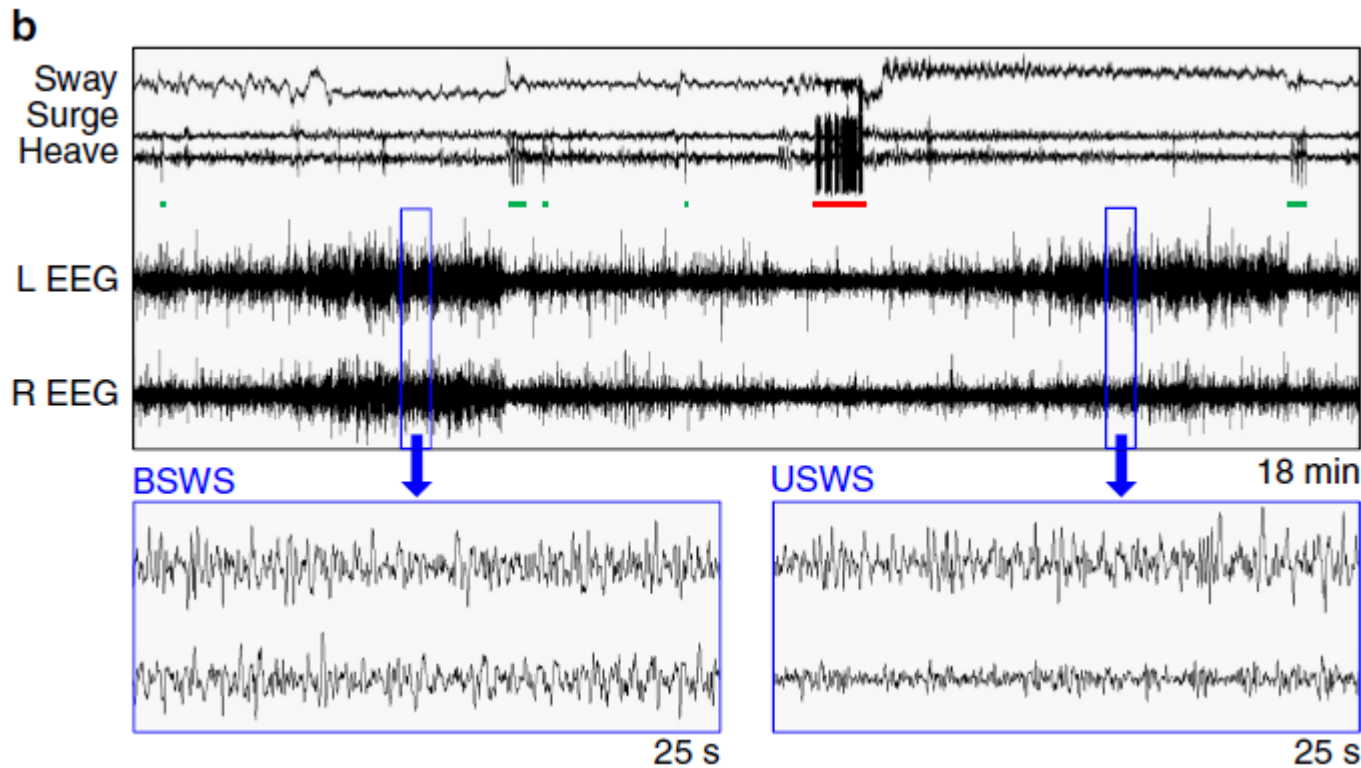
- Atonía muscular es incompatible con el nado o vuelo
- Pérdida de termorregulación

Desarrollo de SWS unihemisférico



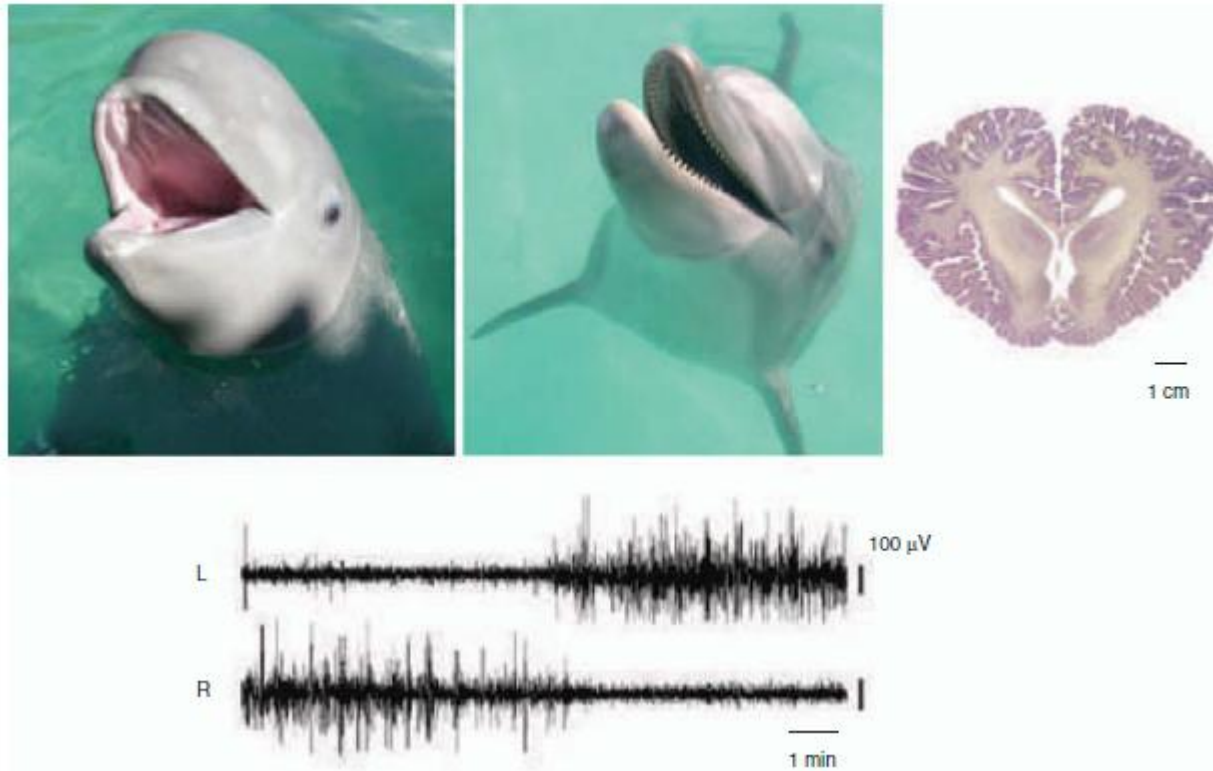
Sueño durante vuelo en aves

- Duermen solo 40 min/día (>12 hs en tierra)
- Episodios REM 5 seg



Cetáceos

- SWS unihemisférico
- Sin evidencia de REM

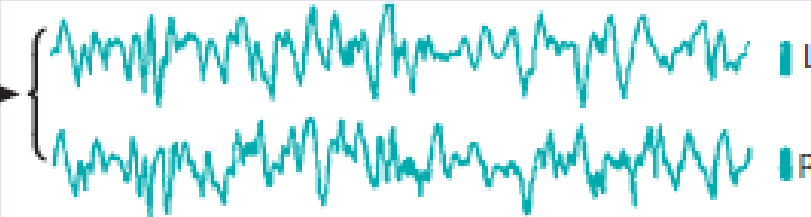


- Sin elevación de umbrales sensoriales
- Sin asimetría en actividad motora

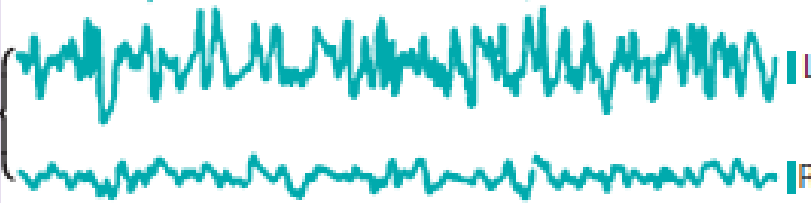
Distinto sueño según el ambiente



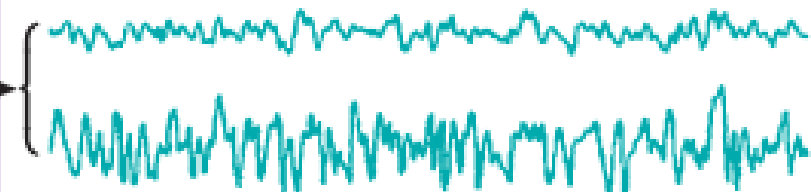
Most bilaterally symmetric when on land (69% of sleep)



Predominantly asymmetric when in water (65% of sleep)



The waking hemisphere is contralateral to the moving flipper

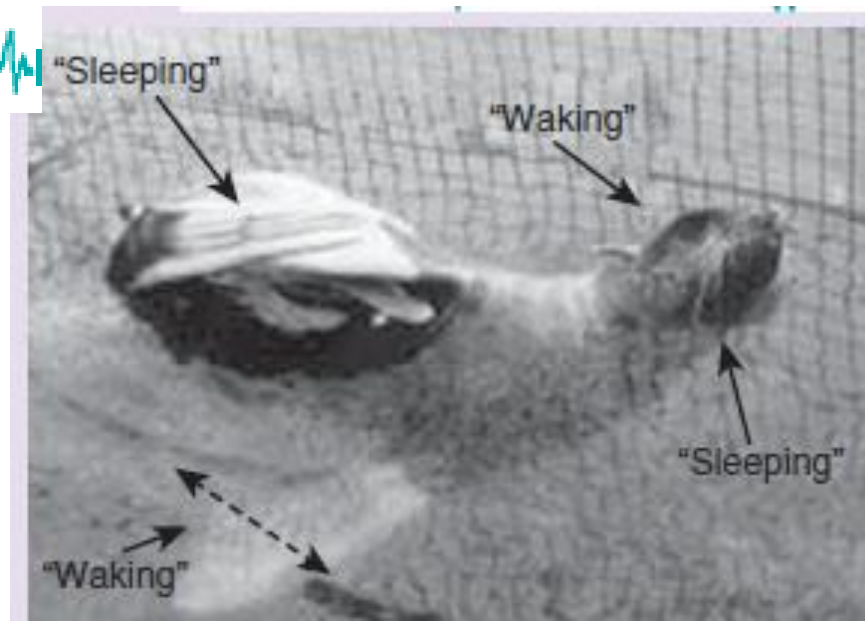


Tierra:

- SWS bilateral
- Ambos ojos cerrados
- Alternancia REM (>15 min)

Agua:

- SWS unihemisférico
 - Ojo contralateral cerrado y aleta inmóvil
 - REM breves (<5 seg)
- (estando 2-3 semanas en el agua)



Tiempos de sueño en mamíferos no correlacionado con orden filogenético

Same phylogenetic order, different sleep times

Golden Mantled Ground Squirrel
Spermophilus lateralis

Degu
Octodon degu



Total Sleep 15.9 Hours
REM Sleep 3.0 Hours

7.7 Hours
0.9 Hours

Cat
Felis catus

Genet
Gemellus genetta



Total Sleep 12.5 Hours
REM Sleep 3.2 Hours

8.3 Hours
1.3 Hours

Owl monkey
Aotus trivirgatus

Man
Homo Sapiens Sapiens



Total Sleep 17.0 Hours
REM Sleep 1.9 Hours

8.0 Hours
1.9 Hours

Different phylogenetic order, similar sleep times

Guinea Pig
Cavia porcellus

Baboon
Papio papio



Total Sleep 9.4 Hours
REM Sleep 0.8 Hours

9.4 Hours
1.0 Hours

Goat
Capri hircus

Eastern Tree Shrew
Dendrobates validus



Total Sleep 5.3 Hours
REM Sleep 0.6 Hours

5.3 Hours
0.5 Hours

Eastern American Mole
Scalopus aquaticus

Man
Homo Sapiens Sapiens



Total Sleep 8.4 Hours
REM Sleep 2.1 Hours

8.0 Hours
1.9 Hours

Importancia de:

- Adaptaciones ecológicas
- Demandas energéticas