Eón Hádico

4543 — 4000

SIN GEOLOGÍA[ss] - ATMÓSFERA REDUCTORA CO_2+NH_3+H_2+H_2O

2001 John Valley
Zircón+antiguo
4250±50 1ª CORTEZA GRANÍTICA
4404 OCÉANOS = AGUA LÍQUIDA
4100 ¿C(g) biogénico?
4500±50 CORTEZA ULTRAMÁFICA
Acasta Gneiss
Roca intacta +antigua
4030
¿Sistemas hidrotermales?
4300 Nuvvuagittuq Greenstone Belt
4200 L.U.C.A.?
¿acetogénesis?
2024 Nature
magmatismo X10-100 veces el actual
FORMACIÓN DE LA LUNA
TEORÍA DEL GRAN IMPACTO
1975 Hartmann+Davis
4533
THEIA
=TEA
1 día = 5 horas
$r_{orbital\ luna}$=25000km
Early Earth image by Simone Marchi
LATE HEAVY BOMBARDMENT
4100 L H B

Eón Arcaico

4000 — 2500

Eoarcaico 3600 Paleoarcaico 3200 Mesoarcaico 2800 Neoarcaico

EÓN DE LAS KOMATITAS - ATMÓSFERA REDUCTORA CO_2+N_2

LATE HEAVY BOMBARDMENT
corteza sólida estable
3780
Nuvvuagittuq Greenstone Belt
3700 ESTROMATOLITOS+ANTIGUOS
2900 PONGOLA 2780
3600 ¿VAALBARA? ¿UR? ¿µCONTINENTES? 2800 2700 ¿KENORLAND? 2500
tectónica acelerada → ¿sutura continental imposible?
3800 C(g) Groenlandia 1996
3770 µfósil + antiguo [NGB / debatido]
3465 µfósil + antiguo [Australia]
3900 L.U.C.A.? estimación 2000
¿metanogénesis?
3200 ACRITARCO + antiguo
3500 CYANOBACTERIA
fotosíntesis oxigénica
3000 SUBDUCCIÓN UHT
3800 ARCHAEA
O_2 absorbido por océanos y Fe^{2+} disuelto
LHB 3900 océanos profundos 3200 BANDED IRON FORMATIONS

Eón Proterozoico

2500 — 539

Paleoproterozoico 1600 Mesoproterozoico 1000 Neoprot.

sidérico 2300
2400 HURONIANA
¿snowball earth?
2100
1820 COLUMBIA=NUNA =HUDSONIA 1350
1850 Sudbury
CICLOS DE WILSON
1400
1250 clímax ¿competición con FORAMINIFERA?
1130 RODINIA 750
declive ESTROMATOLITOS
REVOLUCIÓN AGRONÓMICA
O_2X1000 → ↓CO_2+↓CH_4+↑OZONO ↑pH océano ↑biomineralización
minerales X3 REVOLUCIÓN MINERAL Robert M.Hazen 2008
nuevos HIDRÓXIDOS+ÓXIDOS
Bangiomorpha pubescens
2450 GRAN OXIDACIÓN GREAT OXYGENATION EVENT
LOMAGUNDI EVENT 2100
↓↓O_2 inexplicado
1200 RHODOPHYTA multicelularidad+sexo
1600 ARCHAEPLASTIDA cloroplastos
1630 EUKARYOTA
1300 OPISTHOKONTA
declive ANAEROBA
2100 L.E.C.A. mitocondrias
hipótesis CANFIELD 1998
¿EUXINIA GLOBAL?
fotosíntesis anoxigénica predominante océanos
H_2S presente en zona fótica profunda e inferiores
NOE
2400 BIFs gap 2000 1800 BORING BILLION 800 720

Periodo Tónico

1000 — 720

RODINIA
950 850 750
900
Maps by Eduard Shipilov
750 SUBDUCCIÓN UHP
espinas ¿depredación?
RADIACIÓN EVOLUTIVA ACRITARCOS
evidencia de efusiones magmáticas globales
NEOPROTEROZOIC OXYGENATION EVENT
850 BANDED IRON FORMATIONS
oxigenación aguas profundas - causas debatidas
DIVERSIFICACIÓN RHODOPHYTA PLURICELULARES
Otavia antiqua 760 ¿PORIFERA?
AMOEBOZOA 800
750 METAZOA
PORIFERA
950 FUNGI 900 CHOANOFLAGELLATEA
740 CNIDARIA

Periodo Criogénico

720 — 635

PROTO-LAURASIA
Cratones de RODINIA
PROTO-GONDWANA
OROGENIAS PANAFRICANAS
"Cap Carbonate"
720 STREPTOPHYTA
se hipotetiza que su aparición causó descenso del CO_2 atmosférico al 10% provocando la 1ª glaciación del periodo
"RISE OF ALGAE"
las plantas desplazan a las bacterias como productoras de O_2 provocando una glaciación aún mayor
ESTURTIANA 699 650 MARINOANA
GLACIACIÓN CRIOGÉNICA= VARANGER
SNOWBALL EARTH vs. SLUSHBALL EARTH
presencia de TILLITAS en todos los continentes
Tmedia=5°C (10°< Tactual=15°C)

Periodo Ediacárico

635 — 539

"Inferior" 580 "Superior"

"Cap Carbonate" postglaciar
PROTO-LAURASIA + PROTO-GONDWANA → PANNOTIA
Images by Ron Blakey
polo sur
Mackenzie Mountains, CA
1ª FAUNA EDIACÁRICA
Sonora, MX
¿EUMETAZOA?
multicelularidad animal
¿genes parahox?
límite informal
GASKIERS
340ka duración
"JARDÍN DEL EDÉN"
575→565
EXPLOSIÓN AVALÓNICA
¿genes HOX?
declive ACRITARCOS
547 BAIKONUR
PANNOTIA → GONDWANA + LAURENTIA + BÁLTICA + SIBERIA
REVOLUCIÓN AGRONÓMICA
610 600 DOUSHANTUO 570
580 PORIFERA
580 CNIDARIA
600
BILATERIA [*Kimberella*]
biomineralización animal
bioturbación
560 555 550 ¿MOLLUSCA?
¿PANARTHROPODA?

Periodo Cámbrico

539 — 487

Terreneuviense 521 Serie 2 506 Miaolingiense 497 Furongiense

REVOLUCIÓN AGRONÓMICA
26° actividad volcánica ↑CO_2 27°
PREDOMINIO DE FAUNA BENTÓNICA Y DEMERSAL
surgimiento de casi todos los planes corporales (=filos) modernos pero escasa variedad de especies y ecosistemas
ANOXIA GLOBAL CRECIENTE
EVENTO S.P.I.C.E. O_2 ↑X2
HIPÓTESIS EXPLOSIÓN PLANCTON
1ªs CALIZAS
523 SIRIUS
AGNATHA VERTEBRATA [Ostracodermi†]
Pequeños Fósiles con Concha†
VERTEBRATA [Conodonta†] primeros peces
TRILOBITA† Paradoxides HEMICHORDATA Graptolithina†
PRIAPULA ANNELIDA CRUSTACEA
CHORDATA 529 BRACHIOPODA Articulata GASTROPODA
ECHINODERMATA 1ºs arrecifes CEPHALOPODA Nautiloidea
BIVALVIA
525 ARCHAEOCYATHA†
508 BURGESS
EXPLOSIÓN CÁMBRICA
515 CHENGJIANG
AVALONIA
GONDWANA

Periodo Ordovícico

487 — 443

Inferior 471 Medio 458 Superior

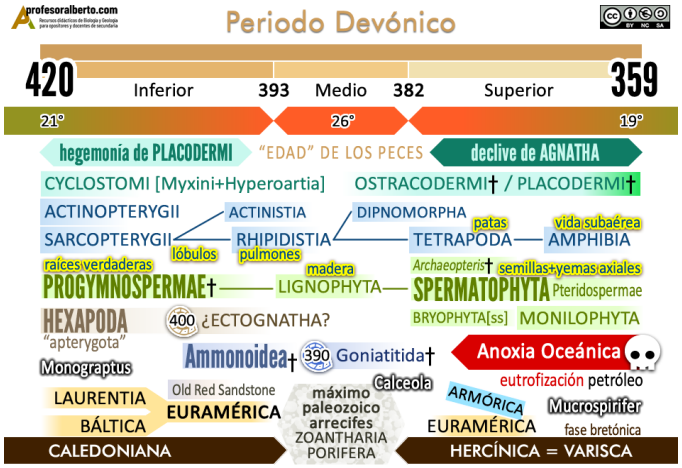
27° ↓ progresivo actividad volcánica → ↓CO_2 26° ANDINO-SAHARIANA 15°
CONSOLIDACIÓN DE FILTRADORES BENTÓNICOS, MACROPLANCTON Y NECTON
485 Orthoceridá† fósil índice del periodo [en realidad hasta TRIÁSICO]
478 Didymograptus† verdadero fósil índice del periodo
485 BRYOZOA último filo aparecido
467 CHELICERATA Eurypterida†
470 EMBRYOPHYTA MARCHANTIOPHYTA
EVENTO METEORÍTICO ORDOVÍCICO -467 BIODIVERSIFICACIÓN ORDOVÍCICA [GOBE]
órdenes→X2 familias→X3 géneros→X4
multiplicación de ambientes / ecosistemas / cadenas tróficas
¿SN?
100
AVALONIA
BÁLTICA
cuarcita armoricana
475 TABULATA†
arrecifes coralinos 465 RUGOSA†
CALEDONIANA

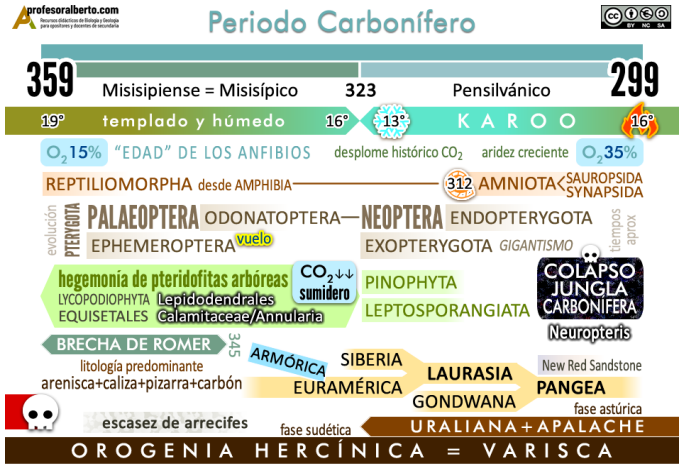
Periodo Silúrico

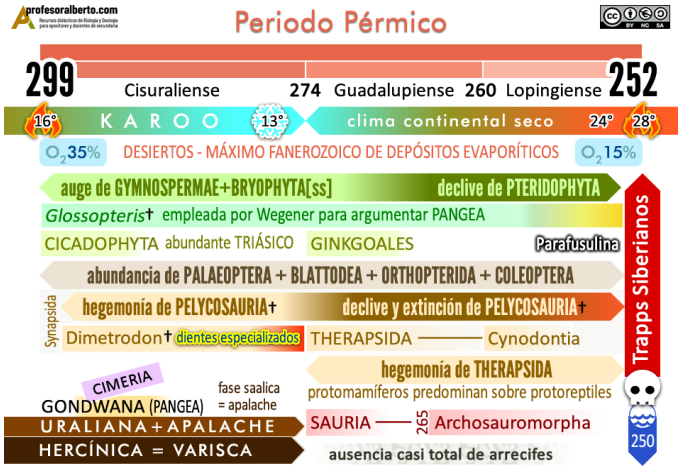
443 — 420

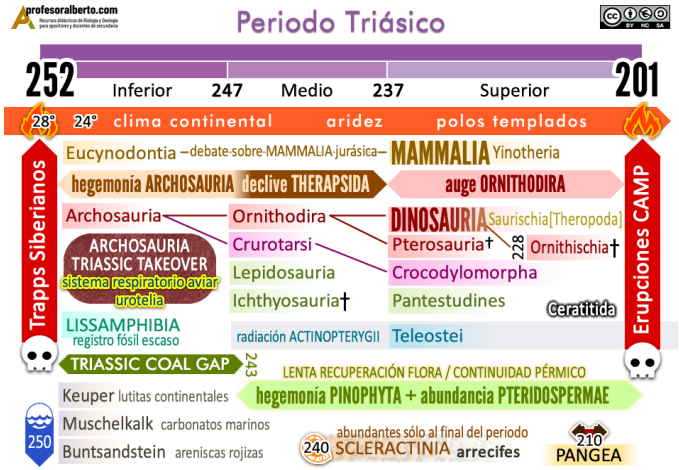
Llandovery 433 Wenlock 427 Ludlow 423 Pridoli

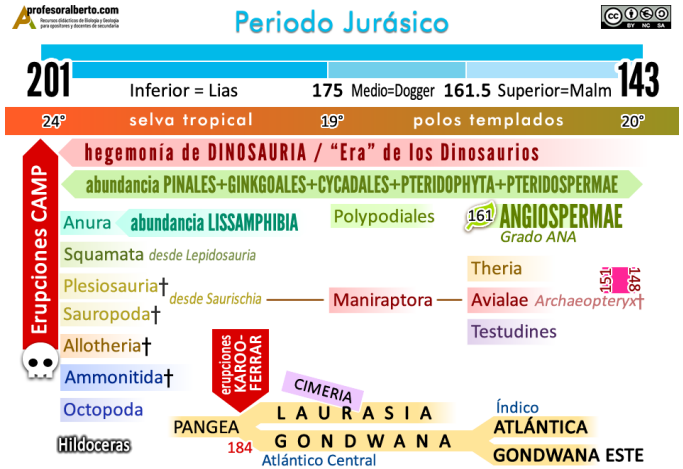
15° ANDINO-SAHARIANA 21° clima templado + estacionalidad
hegemonía de AGNATHA+EURYPTERIDA+BRACHIOPODA
declive de TRILOBITA
evolución
PLACODERMI† mandíbulas
ACANTHODII† CHONDRICHTHYES
GNATHOSTOMATA
EUGNATHOSTOMATA OSTEICHTHYES
tiempos aprox
conquista de tierra firme por plantas y artrópodos
433 *Cooksonia*†
O_2 ↑13% 420 incendios
¿SN?
conquista de agua dulce por bivalvos y peces
TRACHEOPHYTA 427 LYCOPODIOPHYTA
estomas+ vascularización+cormo
EUPHYLLOPHYTA hojas
tendencia de conchas a enrollamiento más compacto
430 ARACHNIDA Scorpiones
428 MANDIBULATA MYRIAPODA
PORIFERA[Stromatoporoidea] + HEXACORALLIA proliferación de arrecifes
AVALONIA BÁLTICA
ARMÓRICA GONDWANA
minas Fe NW iberia
LAURENTIA BÁLTICA
EURAMÉRICA
OROGENIA CALEDONIANA

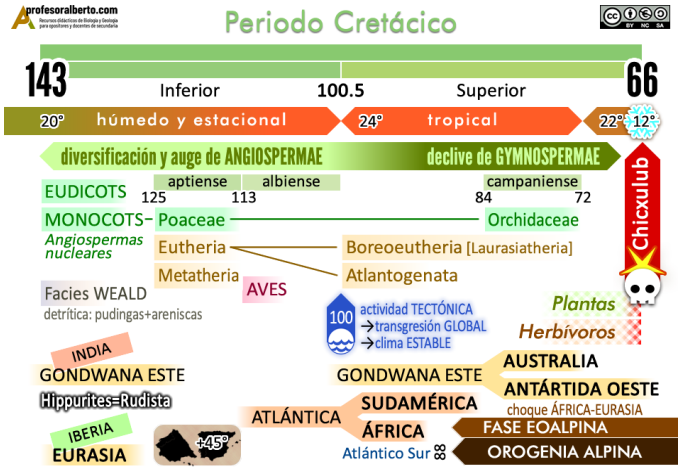

profesoralberto.com
Periodo Devónico
420
Inferior
393
Medio
382
Superior
359
21°
26°
19°
hegemonía de PLACODERMI
"EDAD" DE LOS PECES
declive de AGNATHA
CYCLOSTOMI [Myxini+Hyperoartia]
OSTRACODERMI† / PLACODERMI†
ACTINOPTERYGII
ACTINISTIA
DIPNOMORPHA
SARCOPTERYGII
RHIPIDISTIA
patas
vida subaérea
TETRAPODA
AMPHIBIA
lóbulos
pulmones
raíces verdaderas
madera
Archaeopteris†
semillas+yemas axiales
PROGYMNOSPERMAE†
LIGNOPHYTA
SPERMATOPHYTA
Pteridospermae
BRYOPHYTA[ss]
MONILOPHYTA
HEXAPODA
"apterygota"
400
¿ECTOGNATHA?
Monograptus
Ammonoidea†
390
Goniatitida†
Anoxia Oceánica
eutrofización petróleo
Old Red Sandstone
Calceola
LAURENTIA
BÁLTICA
EURAMÉRICA
máximo paleozoico arrecifes ZOANTHARIA PORIFERA
ARMÓRICA
EURAMÉRICA
Mucrospirifer
fase bretónica
CALEDONIANA
HERCÍNICA = VARISCA

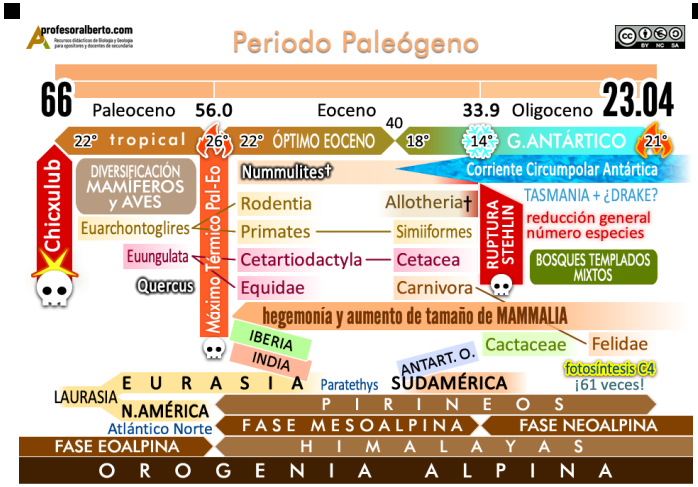

profesoralberto.com
Periodo Carbonífero
359
Misisipiense = Misisípico
323
Pensilvánico
299
19°
templado y húmedo
16°
13°
K A R O O
16°
O2 15%
"EDAD" DE LOS ANFIBIOS
desplome histórico CO2
aridez creciente
O2 35%
REPTILIOMORPHA
desde AMPHIBIA
312
AMNIOTA
SAUROPSIDA
SYNAPSIDA
evolución PTERYGOTA
PALAEOPTERA
ODONATOPTERA
NEOPTERA
ENDOPTERYGOTA
EPHEMEROPTERA
vuelo
EXOPTERYGOTA
GIGANTISMO
tiempos aprox
hegemonía de pteridofitas arbóreas
LYCOPODIOPHYTA
EQUISETALES
Lepidodendrales
Calamitaceae/Annularia
CO2 ↓↓ sumidero
PINOPHYTA
LEPTOSPORANGIATA
COLAPSO JUNGLA CARBONÍFERA
Neuropteris
BRECHA DE ROMER
345
litología predominante
arenisca+caliza+pizarra+carbón
ARMÓRICA
SIBERIA
LAURASIA
PANGEA
EURAMÉRICA
GONDWANA
New Red Sandstone
fase astúrica
escasez de arrecifes
fase sudética
URALIANA+APALACHE
OROGENIA HERCÍNICA = VARISCA

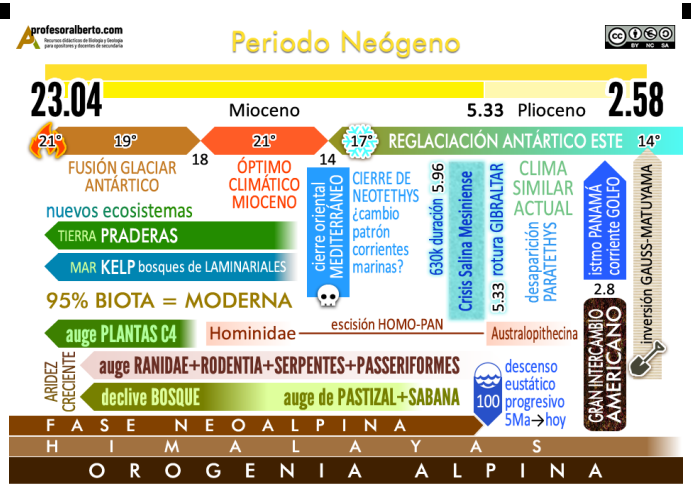

profesoralberto.com
Periodo Pérmico
299
Cisuraliense
274
Guadalupiense
260
Lopingiense
252
16°
K A R O O
13°
clima continental seco
24°
28°
O2 35%
DESIERTOS - MÁXIMO FANEROZOICO DE DEPÓSITOS EVAPORÍTICOS
O2 15%
auge de GYMNOSPERMAE+BRYOPHYTA[ss]
declive de PTERIDOPHYTA
Glossopteris†
empleada por Wegener para argumentar PANGEA
CICADOPHYTA
abundante TRIÁSICO
GINKGOALES
Parafusulina
abundancia de PALAEOPTERA + BLATTODEA + ORTHOPTERIDA + COLEOPTERA
Synapsida
hegemonía de PELYCOSAURIA†
declive y extinción de PELYCOSAURIA†
Dimetrodon†
dientes especializados
THERAPSIDA
Cynodontia
Trapps Siberianos
CIMERIA
GONDWANA (PANGEA)
fase saalica = apalache
hegemonía de THERAPSIDA
protomamíferos predominan sobre protoreptiles
URALIANA+APALACHE
SAURIA
265
Archosauromorpha
250
HERCÍNICA = VARISCA
ausencia casi total de arrecifes

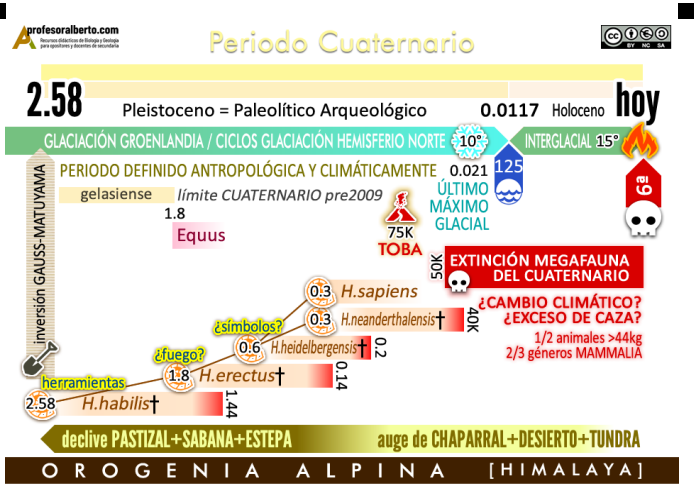

profesoralberto.com
Periodo Triásico
252
Inferior
247
Medio
237
Superior
201
28°
24°
clima continental
aridez
polos templados
Trapps Siberianos
Eucynodontia
–debate sobre MAMMALIA jurásica–
MAMMALIA
Yinotheria
hegemonía ARCHOSAURIA
declive THERAPSIDA
auge ORNITHODIRA
Archosauria
Ornithodira
DINOSAURIA
Saurischia[Theropoda]
Crurotarsi
Pterosauria†
228
Ornithischia†
ARCHOSAURIA TRIASSIC TAKEOVER
sistema respiratorio aviar
uretelia
Lepidosauria
Crocodylomorpha
Ichthyosauria†
Pantestudines
Ceratitida
LISSAMPHIBIA
registro fósil escaso
radiación ACTINOPTERYGII
Teleostei
Erupciones CAMP
TRIASSIC COAL GAP
243
LENTA RECUPERACIÓN FLORA / CONTINUIDAD PÉRMICO
Keuper lutitas continentales
hegemonía PINOPHYTA + abundancia PTERIDOSPERMAE
Muschelkalk carbonatos marinos
Buntsandstein areniscas rojizas
250
240
abundantes sólo al final del periodo
SCLERACTINIA
arrecifes
210
PANGEA


profesoralberto.com
Periodo Jurásico
201
Inferior = Lias
175
Medio=Dogger
161.5
Superior=Malm
143
24°
selva tropical
19°
polos templados
20°
Erupciones CAMP
hegemonía de DINOSAURIA / "Era" de los Dinosaurios
abundancia PINALES+GINKGOALES+CYCADALES+PTERIDOPHYTA+PTERIDOSPERMAE
Anura
abundancia LISSAMPHIBIA
Polypodiales
161
ANGIOSPERMAE
Grado ANA
Squamata
desde Lepidosauria
Theria
Plesiosauria†
desde Saurischia
Maniraptora
151
148
Avialae
Archaeopteryx†
Sauropoda†
Testudines
Allotheria†
Ammonitida†
erupciones KAROO-FERRAR
CIMERIA
Octopoda
Índico
PANGEA
L A U R A S I A
ATLÁNTICA
Hildoceras
G O N D W A N A
GONDWANA ESTE
184
Atlántico Central


profesoralberto.com
Periodo Cretácico
143
Inferior
100.5
Superior
66
20°
húmedo y estacional
24°
tropical
22°
12°
diversificación y auge de ANGIOSPERMAE
declive de GYMNOSPERMAE
Chicxulub
EUDICOTS
aptiense
albiense
campaniense
125
113
84
72
MONOCOTS
Poaceae
Orchidaceae
Angiospermas nucleares
Eutheria
Boreoeutheria [Laurasiatheria]
Metatheria
Atlantogenata
AVES
Facies WEALD
detrítica: pudingas+areniscas
100
actividad TECTÓNICA →transgresión GLOBAL →clima ESTABLE
Plantas
Herbívoros
INDIA
GONDWANA ESTE
AUSTRALIA
Hippurites=Rudista
GONDWANA ESTE
ANTÁRTIDA OESTE
choque ÁFRICA-EURASIA
ATLÁNTICA
SUDAMÉRICA
ÁFRICA
FASE EOALPINA
IBERIA
EURASIA
+45°
Atlántico Sur
88
OROGENIA ALPINA


profesoralberto.com
Periodo Paleógeno
66
Paleoceno
56.0
Eoceno
40
33.9
Oligoceno
23.04
22° tropical
26°
22° ÓPTIMO EOCENO
18°
14°
G.ANTÁRTICO
21°
Chicxulub
DIVERSIFICACIÓN MAMÍFEROS y AVES
Nummulites†
Corriente Circumpolar Antártica
Rodentia
Allotheria†
TASMANIA + ¿DRAKE?
Euarchontoglires
Primates
Simiiformes
reducción general número especies
Euungulata
Cetartiodactyla
Cetacea
RUPTURA STEHLIN
Quercus
Equidae
Carnivora
BOSQUES TEMPLADOS MIXTOS
Máximo Térmico Pal-Eo
hegemonía y aumento de tamaño de MAMMALIA
IBERIA
INDIA
Cactaceae
Felidae
ANTART. O.
fotosíntesis C4
¡61 veces!
Paratethys
SUDAMÉRICA
LAURASIA
E U R A S I A
P I R I N E O S
N.AMÉRICA
Atlántico Norte
FASE MESOALPINA
FASE NEOALPINA
FASE EOALPINA
H I M A L A Y A S
O R O G E N I A A L P I N A


profesoralberto.com
Periodo Neógeno
23.04
Mioceno
5.33
Plioceno
2.58
21°
19°
18
21°
14
17°
REGLACIACIÓN ANTÁRTICO ESTE
14°
FUSIÓN GLACIAR ANTÁRTICO
ÓPTIMO CLIMÁTICO MIOCENO
CIERRE DE NEOTETHYS ¿cambio patrón corrientes marinas?
630k duración 5.96
Crisis Salina Mesiniense
5.33 rotura GIBRALTAR
CLIMA SIMILAR ACTUAL
desaparición PARATETHYS
istmo PANAMÁ corriente GOLFO
2.8
nuevos ecosistemas
cierre oriental MEDITERRÁNEO
TIERRA PRADERAS
MAR KELP bosques de LAMINARIALES
95% BIOTA = MODERNA
auge PLANTAS C4
Hominidae
escisión HOMO-PAN
Australopithecina
ARIDEZ CRECIENTE
auge RANIDAE+RODENTIA+SERPENTES+PASSERIFORMES
declive BOSQUE
auge de PASTIZAL+SABANA
100
descenso eustático progresivo 5Ma→hoy
GRAN INTERCAMBIO AMERICANO
inversión GAUSS-MATUYAMA
F A S E N E O A L P I N A
H I M A L A Y A S
O R O G E N I A A L P I N A


profesoralberto.com
Periodo Cuaternario
2.58
Pleistoceno = Paleolítico Arqueológico
0.0117
Holoceno
hoy
GLACIACIÓN GROENLANDIA / CICLOS GLACIACIÓN HEMISFERIO NORTE
10°
INTERGLACIAL
15°
6ª
inversión GAUSS-MATUYAMA
PERIODO DEFINIDO ANTROPOLÓGICA Y CLIMÁTICAMENTE
0.021
125
gelasiense
límite CUATERNARIO pre2009
1.8
ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL
Equus
75K
TOBA
50K
EXTINCIÓN MEGAFAUNA DEL CUATERNARIO
0.3
H.sapiens
¿CAMBIO CLIMÁTICO? ¿EXCESO DE CAZA?
0.3
H.neanderthalensis†
40K
1/2 animales >44kg
2/3 géneros MAMMALIA
¿símbolos?
0.6
H.heidelbergensis†
0.2
¿fuego?
1.8
H.erectus†
0.14
herramientas
2.58
H.habilis†
1.44
declive PASTIZAL+SABANA+ESTEPA
auge de CHAPARRAL+DESIERTO+TUNDRA
O R O G E N I A A L P I N A [HIMALAYA]