

Ιστορική Βιογεωγραφία

Από τα Κέντρα Προέλευσης στις Ζούγκλες

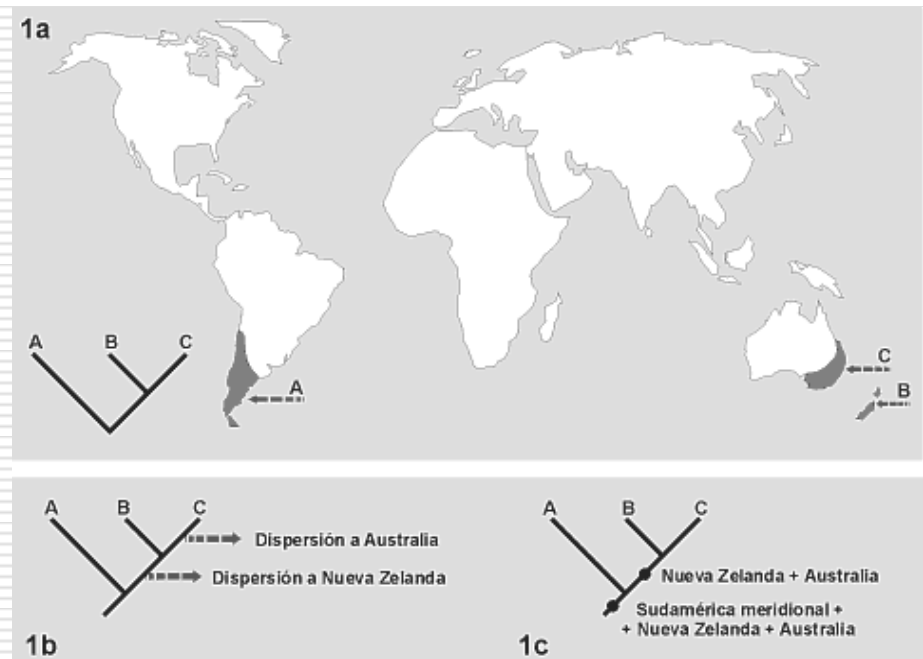
Σίνος Γκιώκας

Πανεπιστήμιο Πατρών
Τμήμα Βιολογίας
Τομέας Βιολογίας Ζώων

Πάτρα 2018

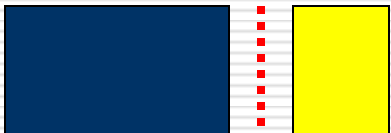
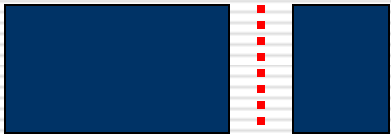
Βιογεωγραφικές διεργασίες

- **Διασπορά** σε μια νέα περιοχή πάνω από ένα γεωγραφικό φράγμα
- **Βικαριανισμός**: διάσπαση ενός ευρέως εξαπλωμένου προγόνου
- **Ηλικία Φράγματος**;



Διασπορά και Βικαριανισμός

Βικαριανιστικό γεγονός



Διασπορά



Το ερώτημα:

- Η ασυνεχής κατανομή ενός τάξου οφείλεται σε κάποιο περιστατικό **διασποράς** (μετανάστευση πάνω από ένα φράγμα) ή σε κάποιο **βικαριανιστικό** γεγονός (ανέγερση φράγματος ανάμεσα σε δύο περιοχές που καταλαμβάνονταν ήδη από το τάξον);
- Με άλλα λόγια η κατάληψη των περιοχών **ακολουθεί ή προηγείται** της δημιουργίας του φράγματος;
- Η αλήθεια φαίνεται να βρίσκεται κάπου στη μέση.
 - Η σχετική σημασία κάθε διεργασίας εξαρτάται από την ομάδα των οργανισμών και από τα χαρακτηριστικά των περιοχών που εξετάζονται κάθε φορά.

Υποθέσεις Διασποράς

- Περιγραφικές υποθέσεις

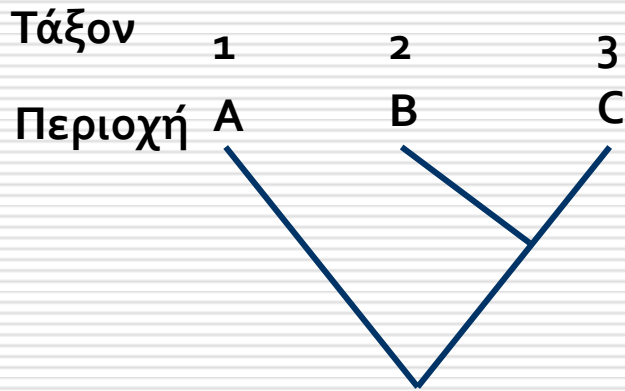
- Δύσκολο να διαψευστούν.
 - Κάθε πρότυπο κατανομής μπορεί να ερμηνευτεί με τη διασπορά

- Όχι γενική ερμηνεία.
 - Κάθε τάξον έχει τη δική του ιστορία

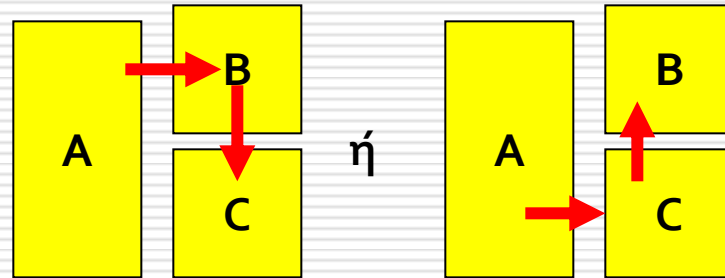
Βικαριανισμός

- ❑ **1915.** Alfred Wegener. **Theory of continental drift**
- ❑ **1950.** Leon Croizat : **"Earth and Life evolve together"**
 - *Τα γεωγραφικά φράγματα εξελίσσονται μαζί με το βιόκοσμο*

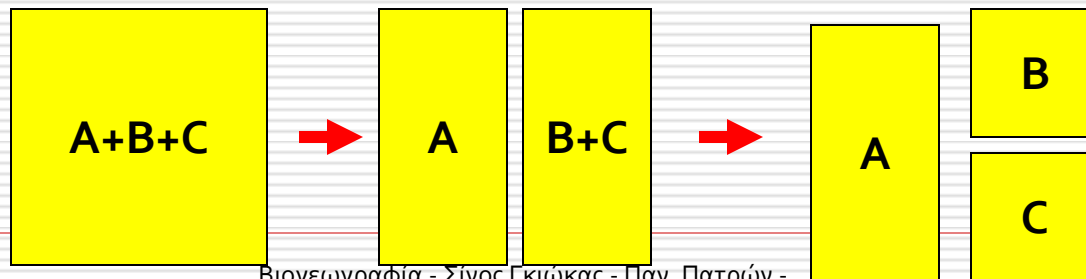
Υποθέσεις διασποράς και βικαριανισμού



Υποθέσεις διασποράς
(τουλάχιστον 2 εξίσου πιθανές υποθέσεις, χωρίς
γεγονότα εξαφάνισης ή πολλαπλής εποίκησης)



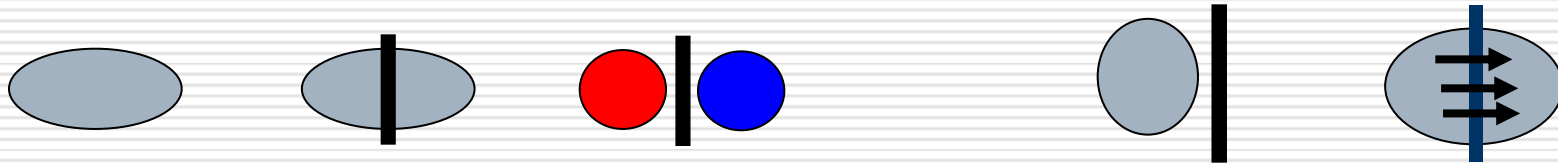
Μόνο μία Βικαριανιστική υπόθεση



Βικαριανιστικές υποθέσεις

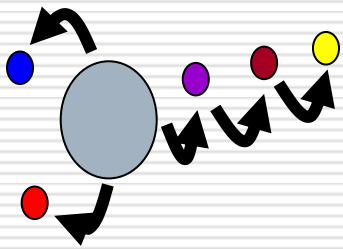
- Είναι ευκολότερο να διαψευστεί μια βικαριανιστική υπόθεση από ό,τι μια υπόθεση διασποράς
- Εάν τα φράγματα δεν μπορούν να υπερπηδηθούν (αφού σχηματιστούν), τότε η βικαριανιστική υπόθεση κάνει σαφείς υποθέσεις για συνδέσεις μεταξύ των περιοχών
- Ο σχηματισμός φραγμάτων θα πρέπει να απομονώνει διαφορετικά τάξα και επομένως μπορούμε να διερευνήσουμε για ομοιότητες μεταξύ των κλαδογραμμμάτων
- Η υπόθεση θα απορριφθεί εάν είναι ασύμβατη με τα γεωλογικά/κλιματικά δεδομένα και το αρχείο των απολιθωμάτων

Ωστόσο τα πράγματα δεν είναι τόσο απλά...

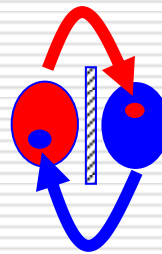


Αλλοπάτρια ειδογένεση

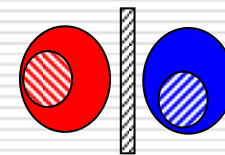
Αναίρεση φράγματος και
διασπορά πολλών ειδών



Τυχαία διασπορά και
περιφερική ειδογένεση

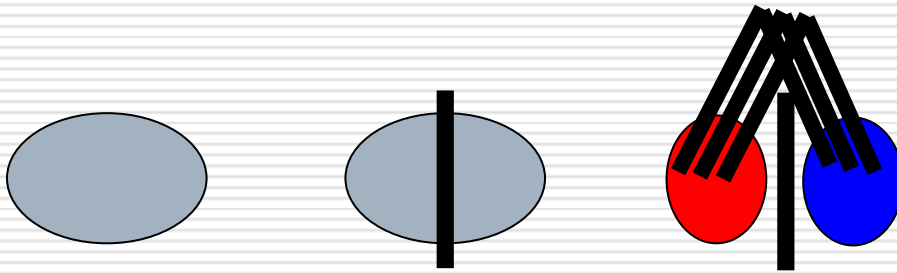


Τυχαία διασπορά μετά την
ειδογένεση

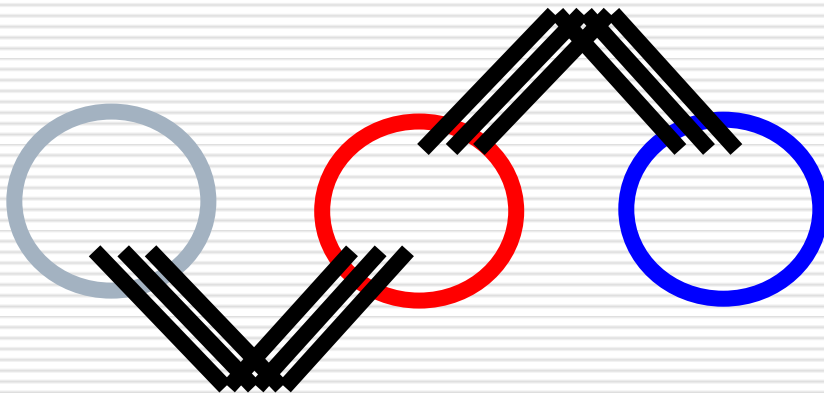


Συμπάτρια ειδογένεση

Επομένως...



- Ένα απλό βικαριανιστικό μοντέλο δεν περιγράφει πάντοτε όλη την ιστορία της ειδογένεσης και της βιοτικής συγκρότησης



- Οι γεωγραφικές περιοχές (περιοχές ενδημισμού) συχνά έχουν σύνθετες ιστορικές σχέσεις με τις περιβάλλουσες περιοχές

Μέθοδοι Ιστορικής Βιογεωγραφίας

- ❑ **Κέντρο Προέλευσης και Διασπορά:** από την παράδοση Darwin και Wallace.
- ❑ **Πανβιογεωγραφία:** Croizat.
- ❑ **Φυλογενετική Βιογεωγραφία:** Hennig, Brundin.
- ❑ **Κλαδιστική Βιογεωγραφία:** Rosen, Nelson, Platnick.
- ❑ **Φυλογεωγραφία:** Avise.
- ❑ **Φειδωλή Ανάλυση Ενδημισμού:** Rosen.
- ❑ **Μέθοδοι βασισμένοι σε Γεγονότα:** Page, Ronquist.
- ❑ **Μέθοδοι Προγονικών Περιοχών:** Bremer.

Μέθοδοι Ιστορικής Βιογεωγραφίας: και μια και δύο, και ...

ΚΕΝΤΡΑ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΠΟΡΑ

ΠΑΝΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

- Ανάλυση ιχνών
- Γραφήματα σύνδεσης
- Συμβατότητα ιχνών

ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΓΟΝΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ

- Βελτιστοποίηση Camin & Sokal
- Βελτιστοποίηση Fitch
- Σταθμισμένη βελτιστοποίηση Fitch

ΚΛΑΔΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

- Περιορισμένο κλαδόγραμμα περιοχών
- Ποσοτική φυλογενετική βιογεωγραφία
- Χάρτης προγονικών ειδών
- Ανάλυση συνιστωσών
- Ποσολόγηση ανάλυσης συνιστωσών
- Συμβατότητα συνιστωσών
- Ανάλυση φειδωλότητας κατά Brooks
- Δηλώσεις τριών περιοχών
- Συνολική προσέγγιση
- Μη παράλογα υπό-δεντρα
- Βικαριανιστικά γεγονότα

ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΕΓΟΝΟΤΩΝ

- Εναρμονισμένα δέντρα
- Συνεξελικτικός δισδιάστατος πίνακας κόστους
- Ανάλυση διασποράς-βικαριανισμού
- Ζούγκλες
- Συνδυαστική μέθοδος

ΦΥΛΟΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

ΦΕΙΔΩΛΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΔΗΜΙΣΜΟΥ

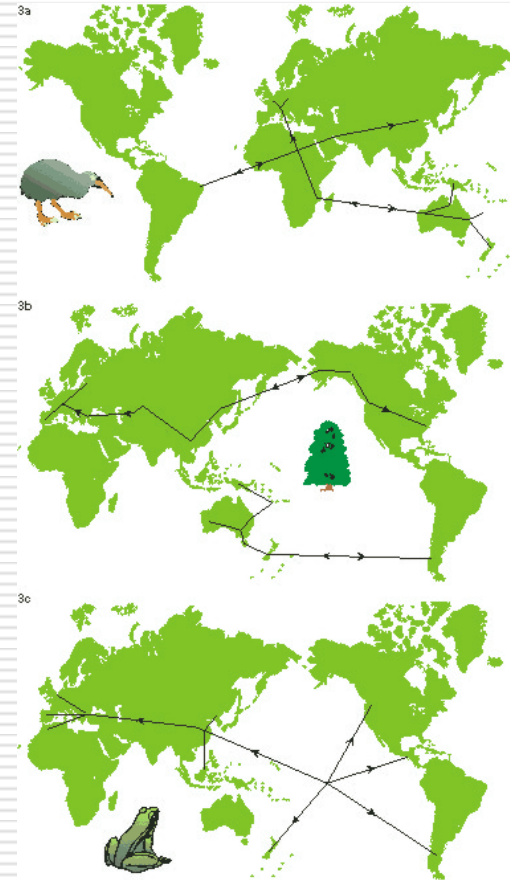
- με τοποθεσίες
- με περιοχές ενδημισμού
- με πλαίσια

Κέντρα Προέλευσης και Διασπορά

- Η Διασπορά ήταν η κυρίαρχη ερμηνεία
- 19^{ος} αιώνας. Στατικές, «ακίνητες» ήπειροι
- Κέντρα προέλευσης: Διασπορά σε νέες περιοχές → Ειδογένεση (Darwin, Wallace, Darlington)

Πανβιογεωγραφία (Croizat 1958)

- Οι κατανομές σχεδιάζονται σε χάρτες και ενώνονται με γραμμές.
- **Ατομικά / Γενικευμένα** ίχνη
- **Κόμβοι** τομών
- Όχι φυλογένεση:
 - σύγκριση διαφορετικών ομάδων (ιστορία των «βιόκοσμων»)

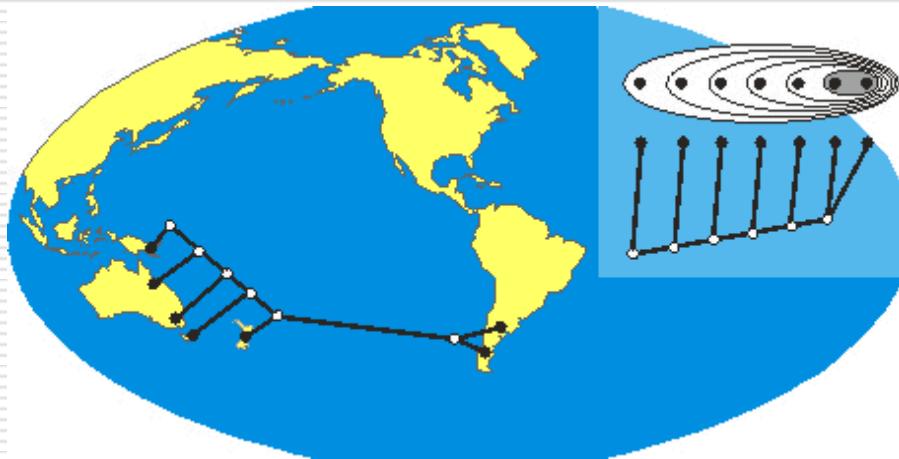


Πανβιογεωγραφία

- **Ατομικό ίχνος:** «δέντρο ελάχιστης σύνδεσης», η γραμμή που ελαχιστοποιεί την απόσταση που συνδέει όλες τις τοποθεσίες
- **Γενικευμένο ίχνος:** Συμφωνούντα ατομικά ίχνη για μη συγγενικές ομάδες: προγονικοί βιόκοσμοι
- **Κόμβος:** η περιοχή όπου τέμνονται δύο ή περισσότερα γενικευμένα ίχνη: *σύνθετη ιστορία*
- **Όχι φυλογένεση.** Κέντρο προέλευσης

Φυλογενετική Βιογεωγραφία (Hennig 1968, Brundin 1981)

- Φυλογενετική υπόθεση
- Βιογεωγραφία τάξου
- «κανόνας Προόδου» και «κανόνας Απόκλισης»
- Κέντρα προέλευσης
- Ανάμεσα στην κλαδιστική βιογεωγραφία και τη βιογεωγραφία της διασποράς



Φυλογενετική Βιογεωγραφία

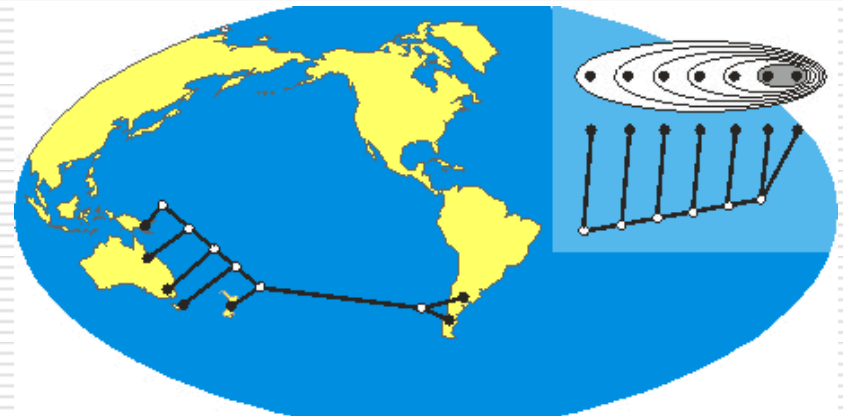
□ **Κανόνας Προόδου:**

- Τα παλαιότερα μέλη ενός τάξου βρίσκονται πιο κοντά στο κέντρο προέλευσής του από ότι τα πιο απομορφικά. «Περιφερική αλλοπάτρια ειδογένεση»

Φυλογενετική Βιογεωγραφία

- **Κανόνας Απόκλισης:**
 - Ανάμεσα σε δύο αδελφά (συγγενικά) είδη, τα πιο πλησιομορφικό (παλιό) είδος είναι αυτό που βρίσκεται στην αρχική περιοχή, ενώ το πιο απομορφικό (νέο) είναι αυτό που διασπάρθηκε

Άνιση διαίρεση του αρχικού πληθυσμού:
απομορφικός (παρυφή),
πλησιομορφικός (κέντρο προέλευσης)

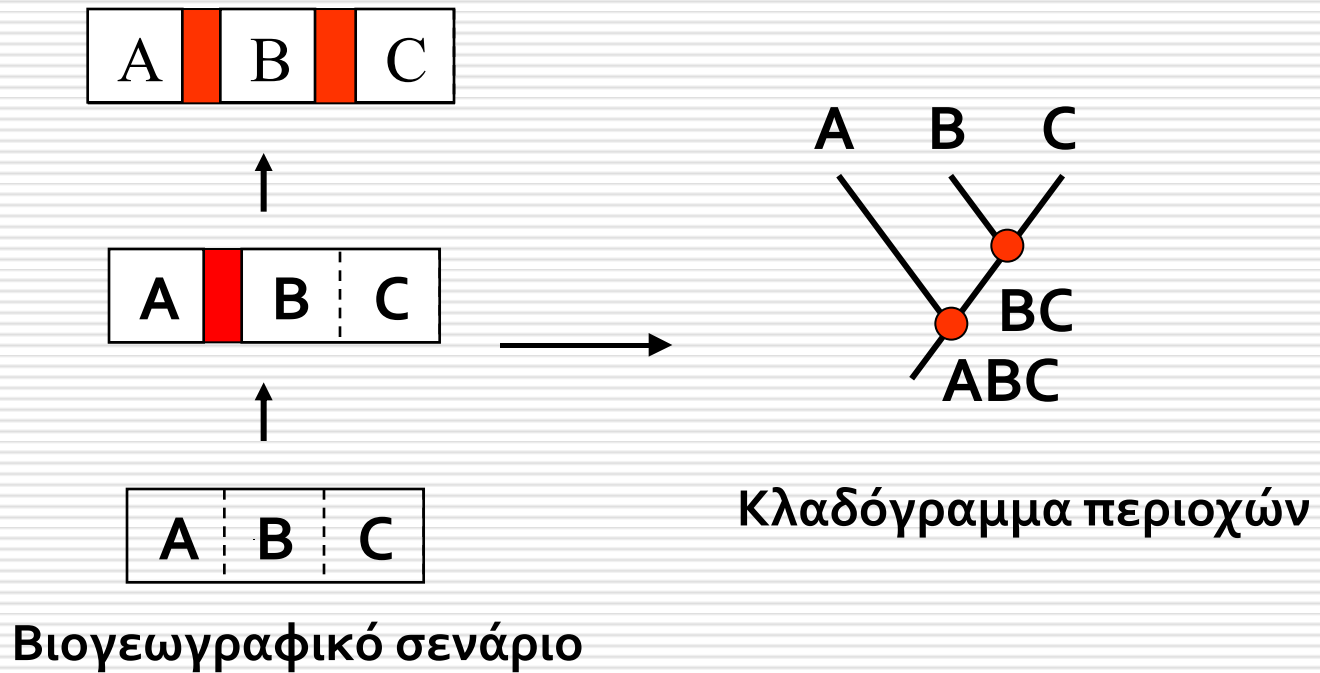


0 → 1 → 2 → 3

Κλαδιστική Βιογεωγραφία

- **1970s. Κλαδιστική Βιογεωγραφία** (D. E. Rosen, G. Nelson, N. Platnick)
- **Ενσωμάτωση της Τεκτονικής των Πλακών+ Βικαριανισμού** (Leon Croizat) + **Κλαδιστικής** (Willi Hennig)
- **Αντιστοιχία μεταξύ της κατανομής και των φυλογενετικών σχέσεων** (Βικαριανισμός)

Το Βικαριανιστικό μοντέλο



Κλαδογράμματα και βικαριανισμός

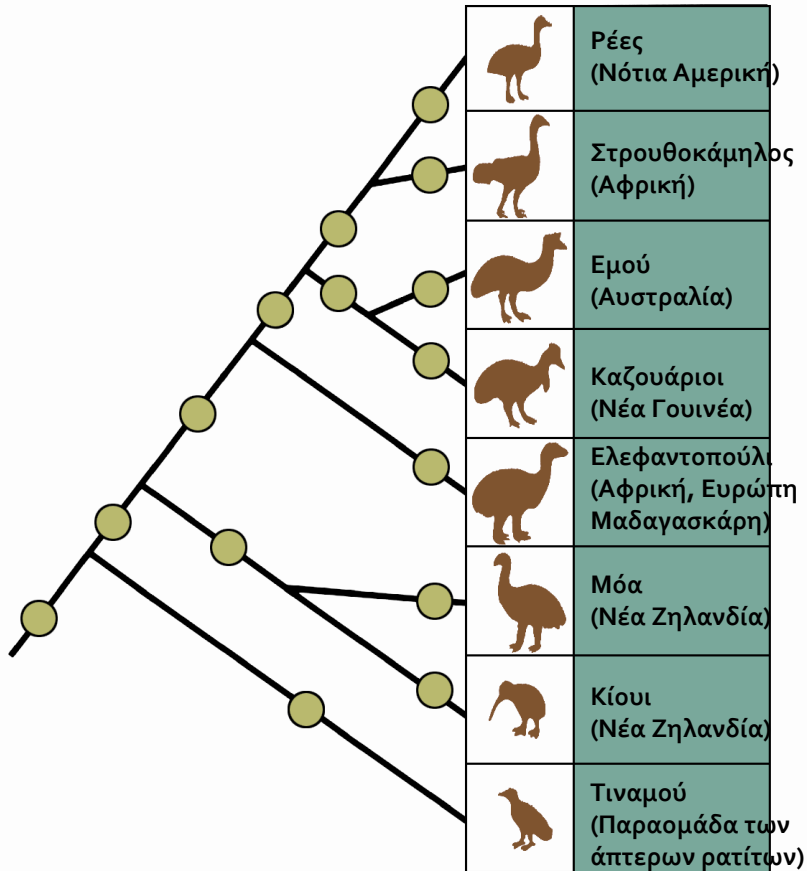
- Είναι δύσκολο να ανασυνθέσουμε τη βιογεωγραφία ενός είδους από τη σημερινή του κατανομή
- Οι φυλογενετικές μέθοδοι μπορούν να μας βοηθήσουν να διακρίνουμε τις συσχετίσεις που οφείλονται σε προγονικές συνδέσεις από τις συσχετίσεις που οφείλονται σε διασπορά και εποίκιση

Κλαδογράμματα και βικαριανισμός

Τα κλαδογράμματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διερευνήσουμε την αλληλουχία διακλάδωσης μιας γενεαλογικής γραμμής εάν:

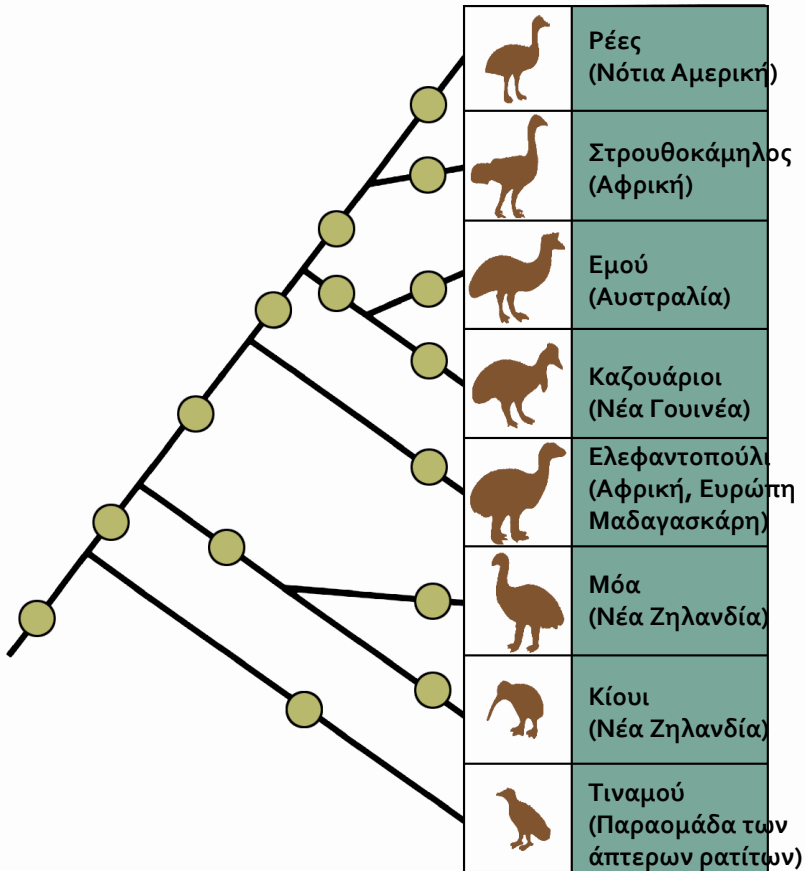
- Έχουμε τουλάχιστον 3 διαζευγμένες περιοχές
- Η ειδογένεση είναι αλλοπάτρια (τότε οι φυλογενετικές σχέσεις αντιπροσωπεύουν το χρόνο του αρχικού χωρικού διαχωρισμού)
- Έχουμε φυλογενετική ανασύνθεση και βιογεωγραφική ανασύσταση των ιστορικών σχέσεων μεταξύ των περιοχών

Κλαδογράμματα περιοχών



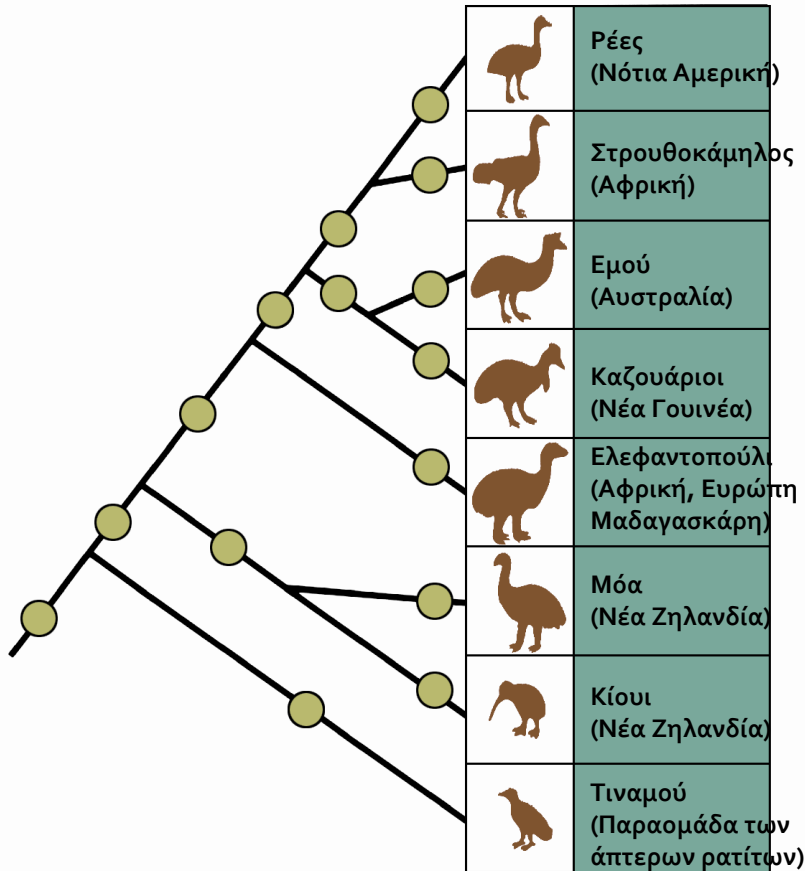
- Αρκετοί ερευνητές χρησιμοποιούν τα κλαδογράμματα περιοχών για να απεικονίσουν απλώς τις κατανομές των τάξων στους κλάδους.
- Το κλαδογράμμα κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας τις γνωστές τεχνικές της κλαδιστικής ανάλυσης, και κατόπιν αποτυπώνονται σε αυτό οι γεωγραφικές κατανομές των τάξων.
- Μερικές φορές παραλείπονται τα ονόματα των τάξων, έτσι ώστε να απεικονίζεται μόνο η σχέση μεταξύ των περιοχών όπου υπάρχουν τα τάξα.

Κλαδογράμματα περιοχών



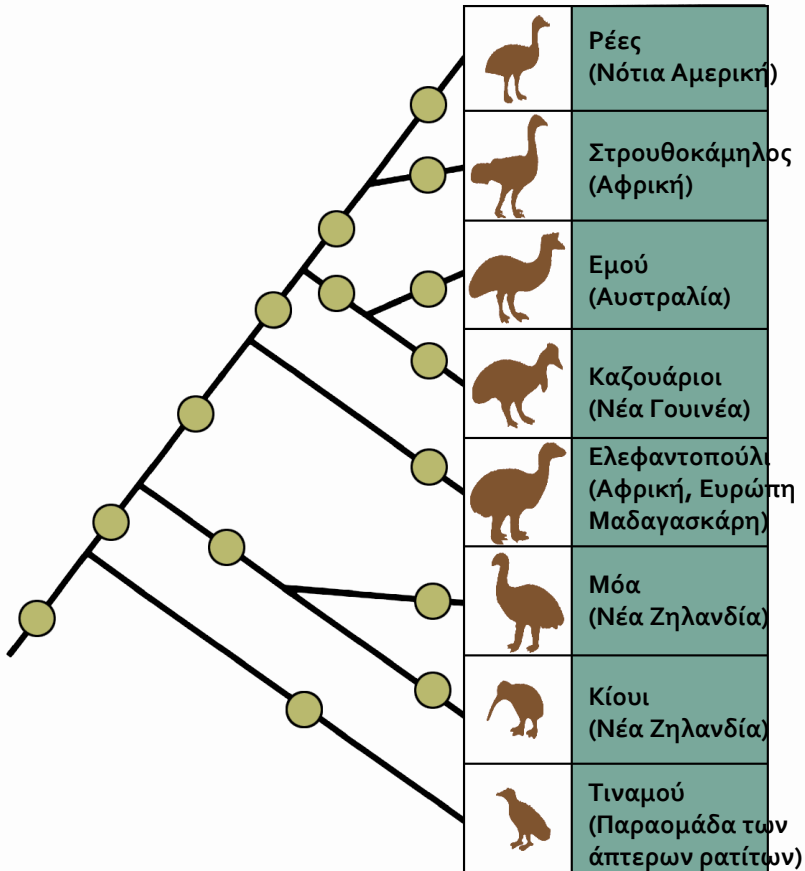
- Ένα τέτοιο διάγραμμα παρέχει μια αναπαράσταση των σχέσεων μεταξύ των περιοχών που κατοικούνται από συγγενικά τάξα, αλλά δεν πρέπει να θεωρείται απαραίτητα ως μία βιογεωγραφική ανασύνθεση.
- Μερικές φορές παρέχει αρκετή πληροφορία για να υποτεθεί μια σαφής αλληλουχία ιστορικών ανταλλαγών και γεγονότων απομόνωσης (ειδογένεσης).

Παράδειγμα: οι φυλογενετικές σχέσεις των άπτερων πουλιών

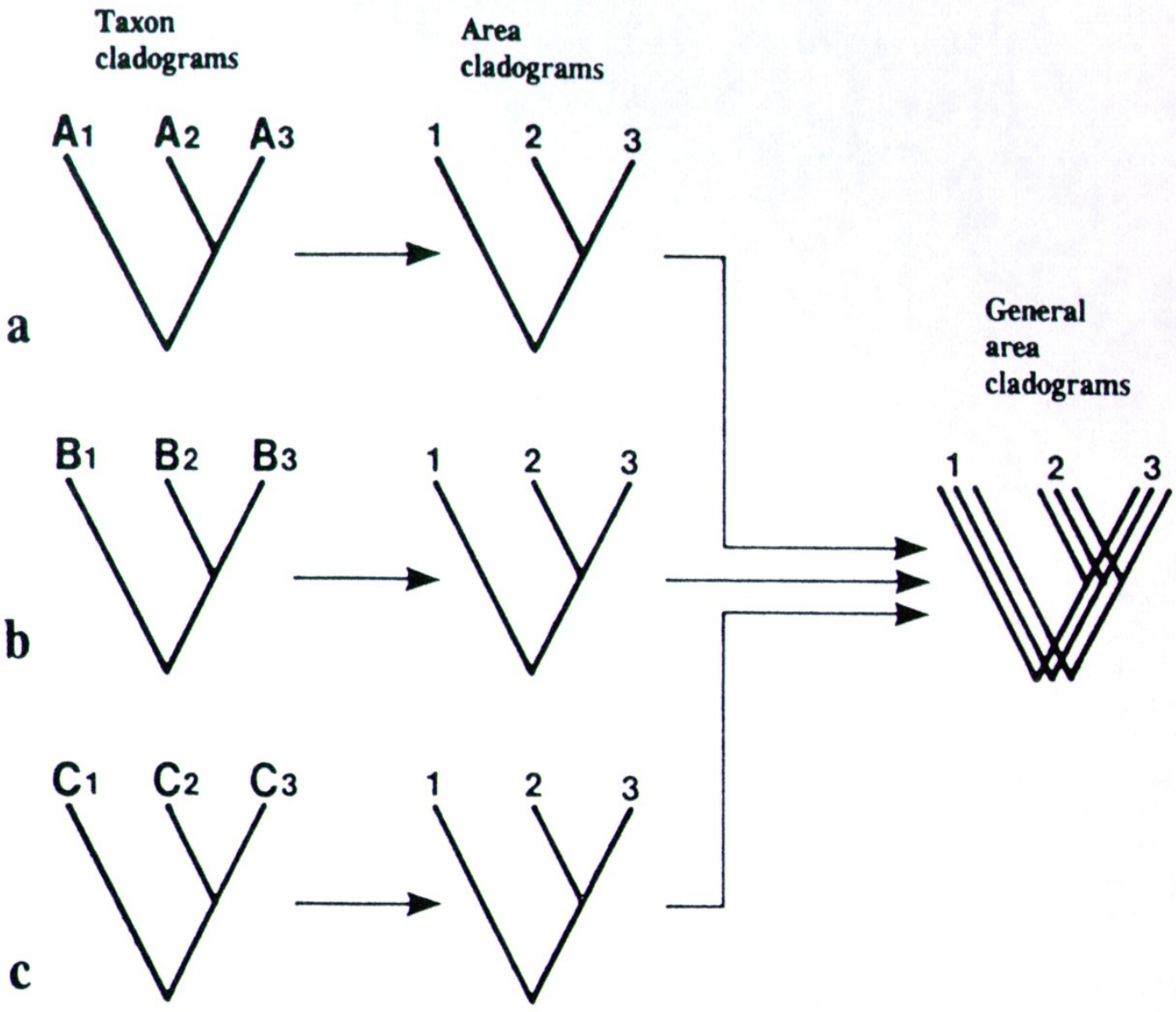


- Η βικαριανιστική βιογεωγραφία προτείνει ότι αυτά τα άπτερα είδη προήλθαν από ένα κοινό πρόγονο που ήταν ευρέως εξαπλωμένος στο Νότιο Ημισφαίριο (όταν η Αφρική, η Αυστραλία, η Μαδαγασκάρη, η Νέα Γουινέα, η Νέα Ζηλανδία και η Νότια Αμερική ήταν ενωμένες).
- Καθώς μετακινήθηκαν, αυτές οι χερσαίες μάζες κατακερματίστηκαν οδηγώντας σε κατακερματισμό και τους πληθυσμούς των άπτερων πουλιών που διέθεταν.
- Η μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση του ελεφαντοπούλι υποδηλώνει ότι αυτό εξαπλώθηκε μετά τον κατακερματισμό των χερσαίων μαζών (διασπορά)

Παράδειγμα: οι φυλογενετικές σχέσεις των άπτερων πουλιών

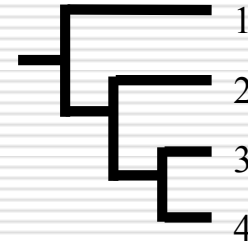


- Αυτή η υπόθεση μπορεί να ελεγχθεί αναζητώντας παρόμοια φυλογενετικά πρότυπα σε άλλες ομάδες οργανισμών, των οποίων οι προγονικοί πληθυσμοί θα είχαν διασπαστεί εξαιτίας των ίδιων γεωλογικών συμβάντων (**Γενικό Κλαδόγραμμα Περιοχών**).

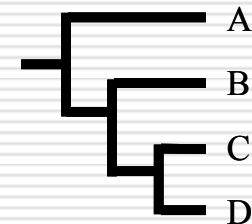


Πώς κατασκευάζεται ένα Κλαδόγραμμα Περιοχών;

- Στο κλαδόγραμμα του τάξου που μας ενδιαφέρει αντικαθιστούμε το όνομα κάθε είδους με το όνομα της μονάδας περιοχής (π.χ. με το όνομα του νησιού) όπου βρίσκεται αυτό το είδος.
- Εάν το είδος βρίσκεται σε δύο ή περισσότερες περιοχές γράφουμε αυτά τα ονόματα στο ίδιο άκρο του κλάδου.
 - Έστω, παραδείγματος χάριν, ότι έχουμε τις παρακάτω φυλογενετικές σχέσεις μεταξύ των ειδών 1, 2, 3 και 4, τα οποία κατανέμονται ως εξής στα νησιά A, B, C, και D.



	A	B	C	D
1	X			
2		X		
3			X	
4				X

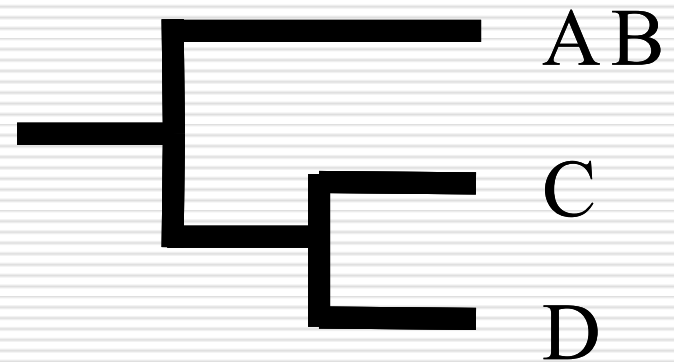


Περιπλοκές

- **Ευρέως Εξαπλωμένα τάξα:** Τάξα που υπάρχουν σε περισσότερες από μία περιοχές
- **Ελλείπουσες περιοχές:** Κάποιες από τις περιοχές λείπουν από τα κλαδογράμματα που συγκρίνονται
- **Πλεονάζουσες κατανομές:** Περιοχές που φιλοξενούν πάνω από ένα τάξον
- ***Επιλυμένα κλαδογράμματα περιοχών***
 - Παραδοχή «Μία περιοχή – Ένα τάξον»

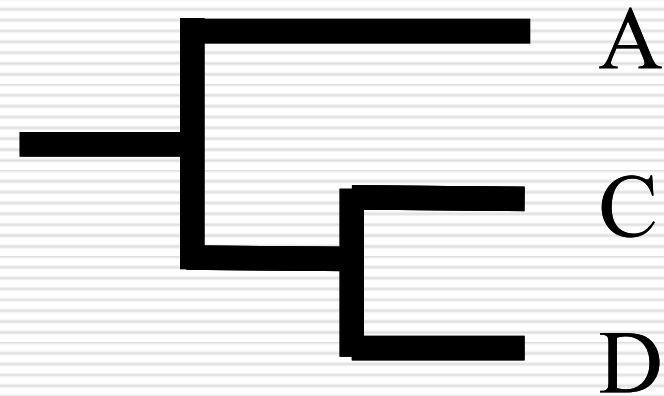
Ευρέως Εξαπλωμένα τάξα

	A	B	C	D
1	X	X		
2				
3			X	
4				X



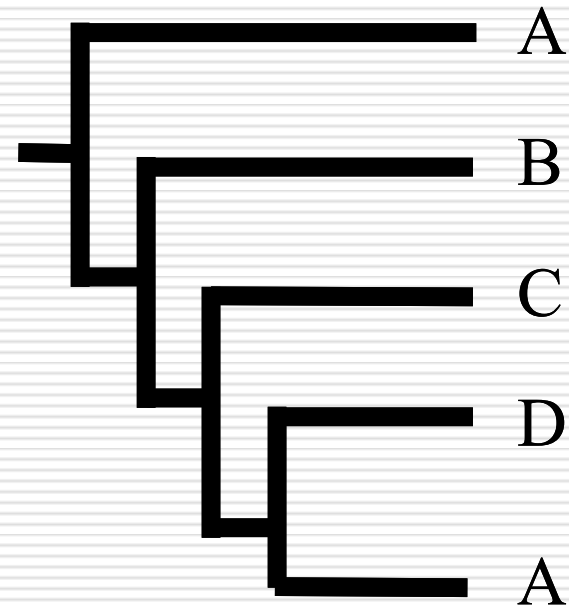
Ελλείπουσες περιοχές

	A	B	C	D
1	X			
2				
3			X	
4				X

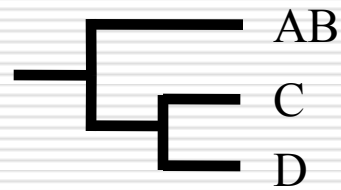


Πλεονάζουσες κατανομές

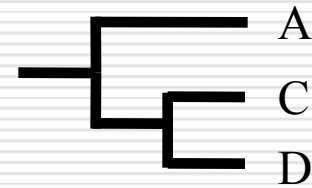
	A	B	C	D
1	X			
2		X		
3			X	
4	X			



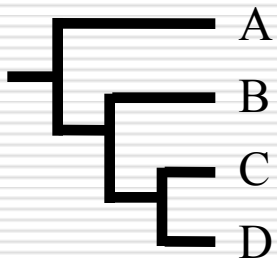
Παραλλαγές



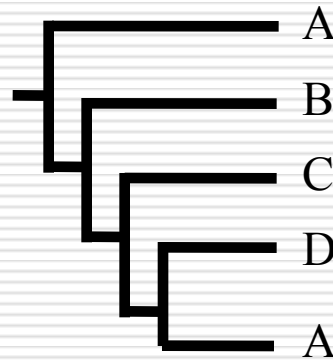
Ευρέως Εξαπλωμένα τάξα



Ελλείπουσες περιοχές



Κλαδόγραμμα περιοχών

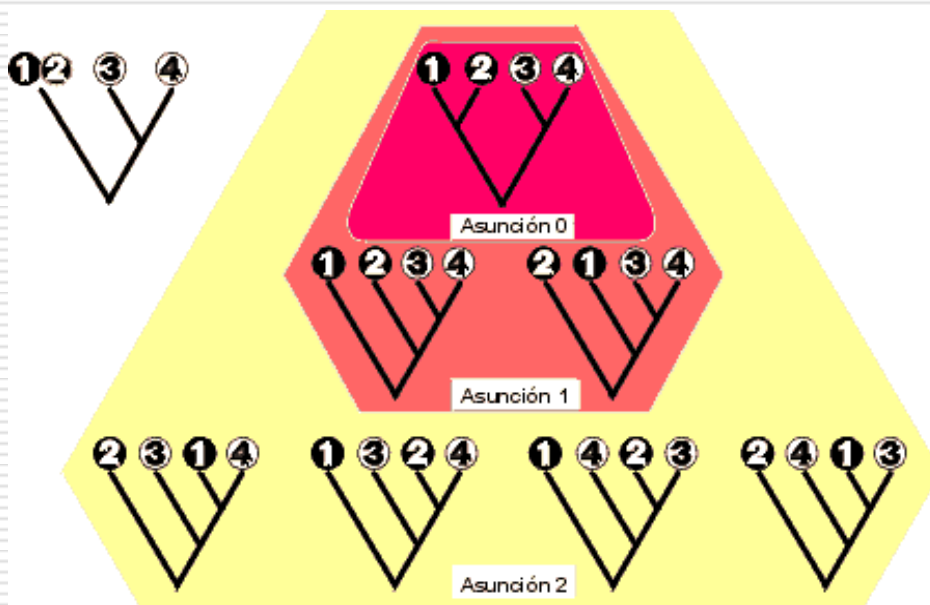


Πλεονάζουσες κατανομές

Επίλυση Κλαδογραμμμάτων Περιοχών

- Εάν τα Ταξινομικά Κλαδογράμματα Περιοχών αναπτυχθούν πλήρως (διαιρώντας τους κλάδους έτσι ώστε σε κάθε άκρο κάθε κλάδου να υπάρχει το όνομα ενός μόνο νησιού), θα πάρουμε αυτό που ονομάζεται **Επιλυμένο Κλαδόγραμμα Περιοχών**.
- Ωστόσο, δεν υπάρχει γενική συμφωνία για τον τρόπο επίλυσης των Κλαδογραμμμάτων Περιοχών στις περιπτώσεις των ευρέως εξαπλωμένων ειδών, των απουσών περιοχών και των πλεοναζόντων κατανομών.

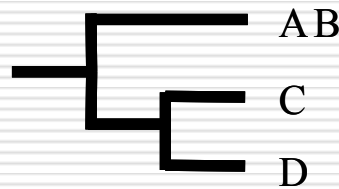
Ευρέως Εξαπλωμένα τάξα



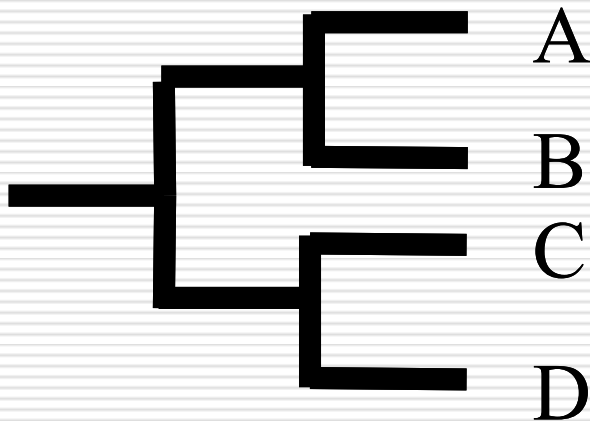
- **Παραδοχή 0 (A_0)**
Ευρέως Εξαπλωμένα τάξα (συναπλωμορφία), μονοφυλετικές περιοχές
- **Παραδοχή 1 (A_1)**
Ευρέως Εξαπλωμένα τάξα (συμπλησιομορφία), παραφυλετικές περιοχές
- **Παραδοχή 2 (A_2)**
Ευρέως Εξαπλωμένα τάξα (ομοπλασία), πολυφυλετικές περιοχές

Ευρέως Εξαπλωμένα τάξα

- Με βάση την παραδοχή ο (στην περίπτωση των ευρέως εξαπλωμένων τάξων) το επιλυμένο κλαδόγραμμα περιοχών είναι το εξής:



	A	B	C	D
1	X	X		
2		X		
3			X	
4				X

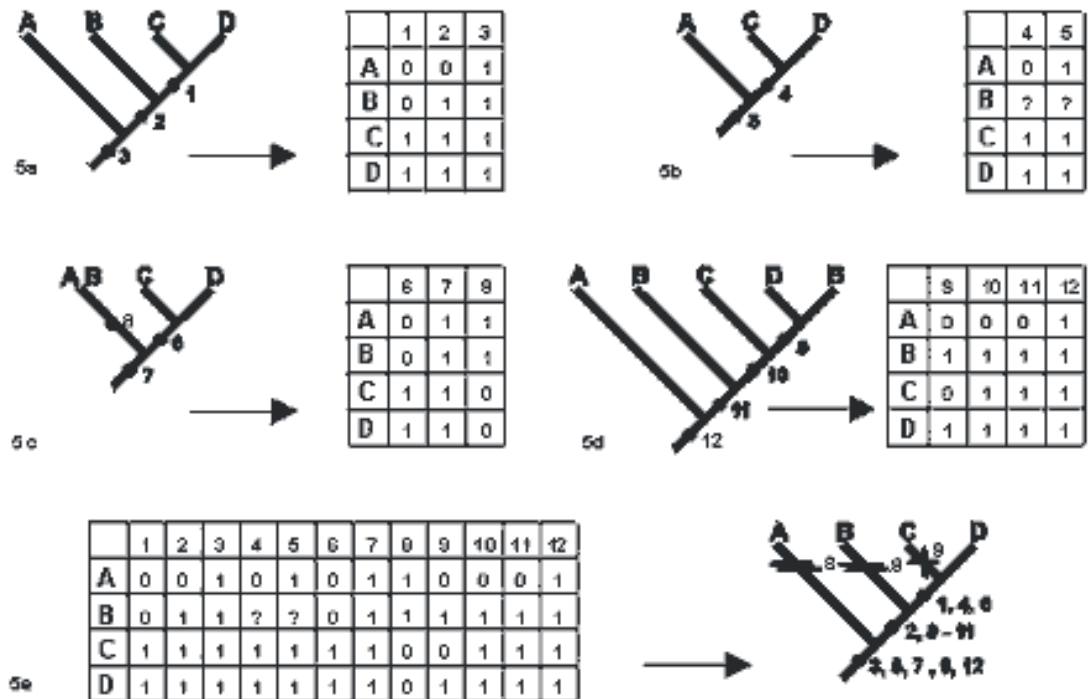


Αντιστοίχως, στο Επιλυμένο Κλαδόγραμμα Περιοχών (με βάση την Παραδοχή ο):

- οι απύσες περιοχές δεν σχεδιάζονται
- Στις πλεονάζουσες κατανομές οι εμφανίσεις των τάξων που υπάρχουν στην ίδια περιοχή θεωρούνται εξίσου έγκυρες.

Ανάλυση Φειδωλότητας κατά Brooks -Brooks Parsimony Analysis (BPA) (Brooks 1985)

- Φυλογένεση + κατανομές
- Περιοχές x Τάξα πίνακας (0,1)
- Ανάλυση Φειδωλότητας - Parsimony Analysis (PAUP)
- Φειδωλότητα **Wagner**
- Διασπορά *a posteriori*

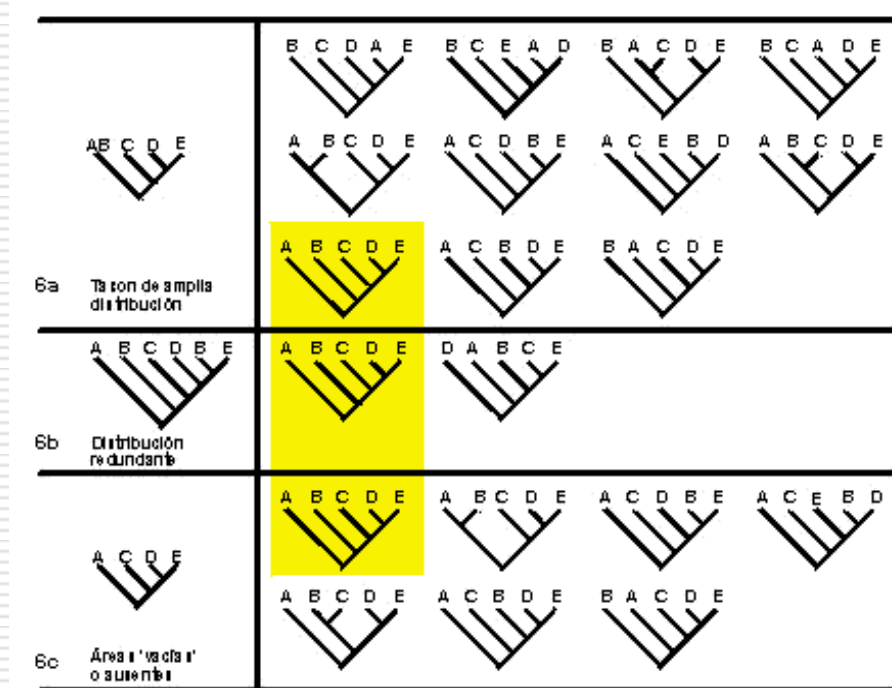


Ανάλυση Συνιστωσών - Component Analysis (Nelson & Platnick 1981)

□ Εύρεση συμφωνίας μεταξύ συνιστωσών ή φυλογενετικών τμημάτων

Γενικευμένο Κλαδόγραμμα Περιοχών: η τομή μεταξύ των διαφορετικών κλαδογραμμμάτων περιοχών

Εάν δεν υπάρχει τομή:
Συναινετικές (Consensus) τεχνικές



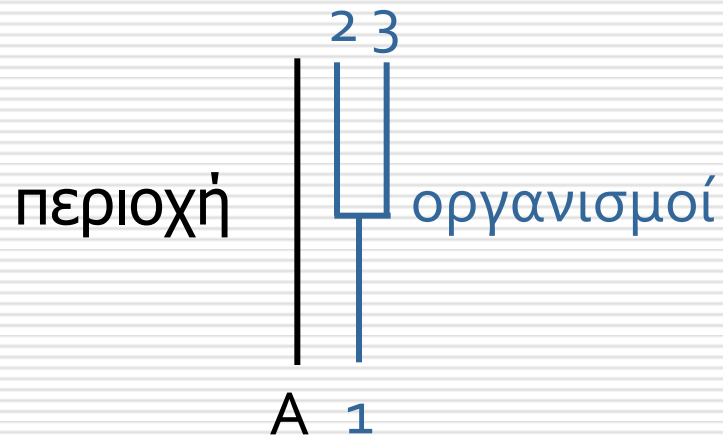
Μέθοδοι Γεγονότων

- ❑ Ποσοτική ανάλυση δεδομένων φυλογένεσης και κατανομής
- ❑ Χρονολόγηση δεδομένων (απολιθώματα, μοριακό ρολόι)
- ❑ Χρησιμοποίηση απολιθωμάτων και αρτίγονων οργανισμών
- ❑ Έλεγχος σημαντικότητας των αποτελεσμάτων
- ❑ Βασισμένες σε απλά αλλά ρεαλιστικά μοντέλα βιογεωγραφικών διεργασιών
- ❑ Σε κάθε γεγονός (βικαριανισμός, εξαφάνιση, διασπορά, διπλασιασμός) δίνεται κόστος αντιστρόφως ανάλογο με την πιθανοφάνεια αυτού του γεγονότος
- ❑ Επιλέγεται η υπόθεση που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος των υποτιθέμενων γεγονότων

Βιογεωγραφικά γεγονότα

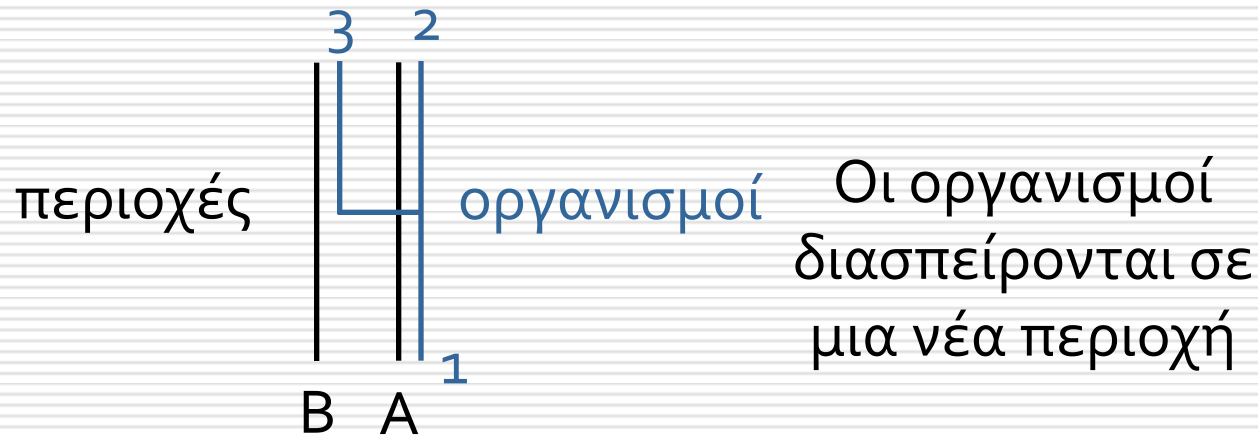
- Διπλασιασμός
- Διασπορά
- Εξαφάνιση
- Βικαριανισμός

Διπλασιασμός

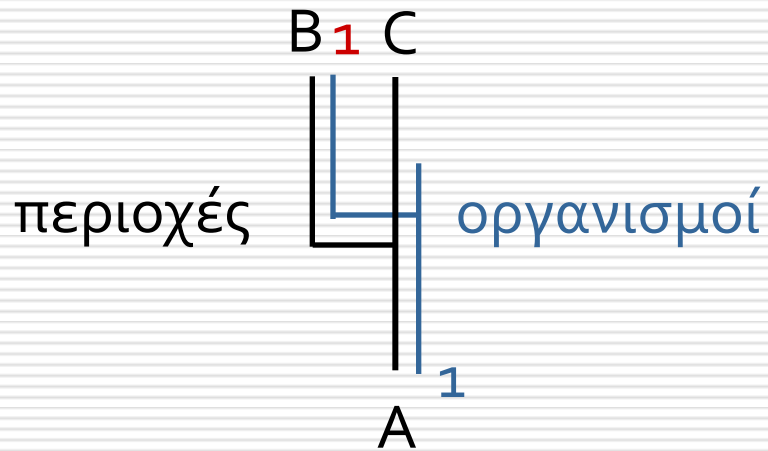


Συμπάτρια
ειδογένεση ή
προσωρινά
φράγματα
διασποράς

Διασπορά

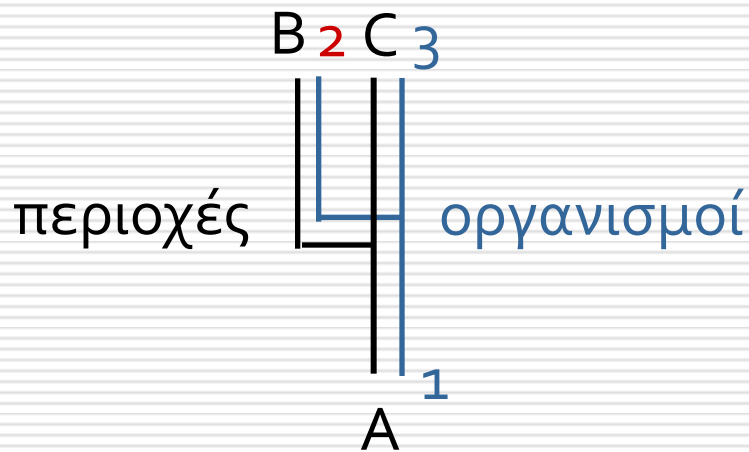


Εξαφάνιση



Οι οργανισμοί
εξαφανίζονται από
μία περιοχή

Βικαριανισμός



Ειδογένεση ως απόκριση σε
ένα γενικό φράγμα
διασποράς

Μέθοδοι Γεγονότων

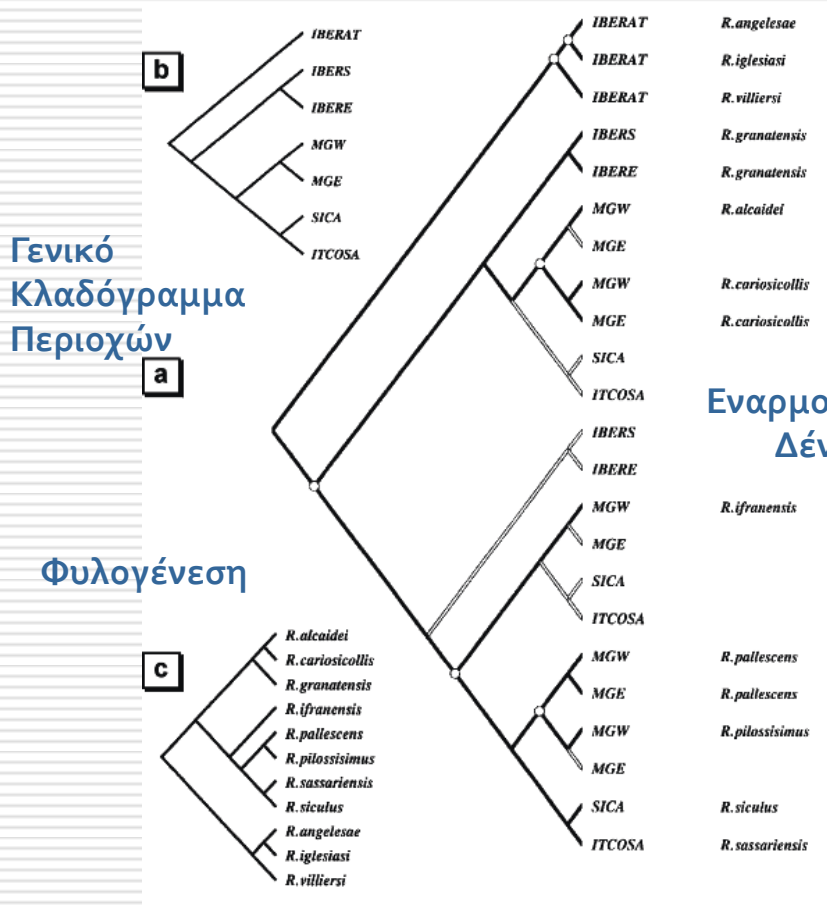
Γεγονός	Κόστος
Βικαριανισμός	?
Διπλασιασμός	?
Εξαφάνιση	?
Διασπορά	?

Μέθοδοι Γεγονότων

Κόστος

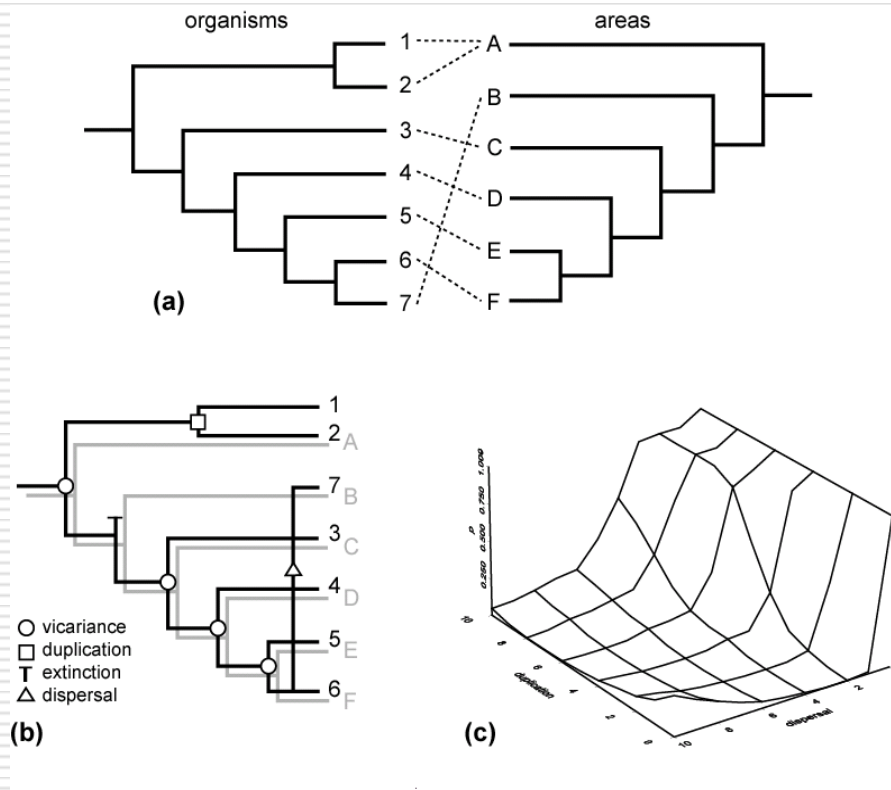
Γεγονός	BPA (Brooks 1981)	MC (Page 1995)	DIVA (Ronquist 1998)
Βικαριανισμός	2	-1	0
Διπλασιασμός	0	0	0
Εξαφάνιση	1	0	1
Διασπορά	∞	∞	1

Εναρμονισμένα Δέντρα (Μέγιστη Συνειδογένεση) - Reconciled trees (Maximum Conspeciation) (Page 1994)



- Συνταίριασμα Δέντρων
- Μεγιστοποίηση του βικαριανισμού (κοινής ιστορίας)
- Ελαχιστοποίηση των εξαφανίσεων και των διπλασιασμών
- Η Διασπορά δεν θεωρείται, παρά μόνο *a priori* (απάλειψη τάξεων)
- Τυχαιοποιήσεις

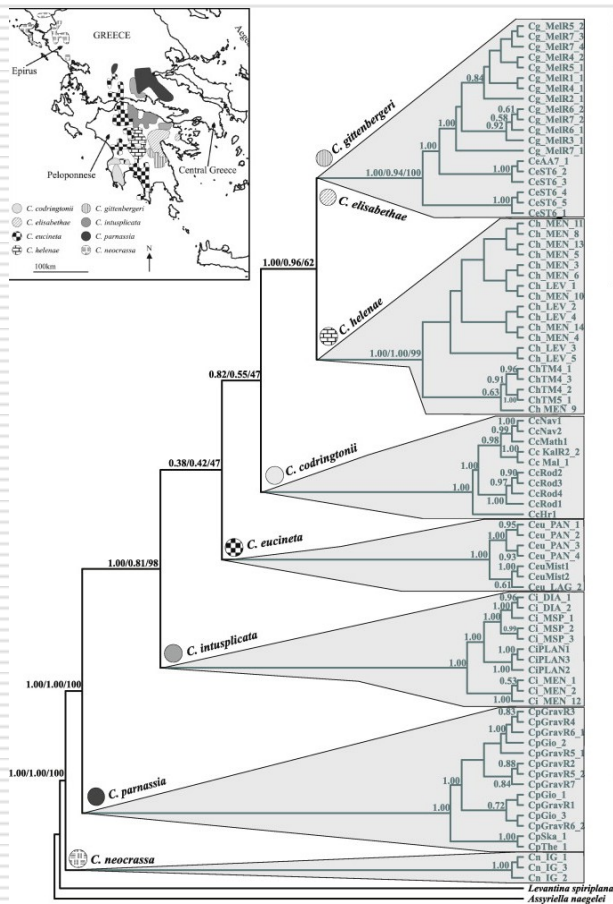
Ανάλυση Διασποράς – Βικαριανισμού (Dispersal-Vicariance Analysis, DIVA) (Ronquist 1998)



- Συνδυάζει τη διασπορά με το βικαριανισμό
- Επιτρέπονται όλα τα βικαριανιστικά γεγονότα (τα βικαριανιστικά γεγονότα δεν απαιτείται να συμφωνούν με ένα κλαδόγραμμα περιοχών)
- Οι κατανομές περιγράφονται με όρους μονάδων περιοχών
- Επιτρέπει βιογεωγραφικά σενάρια με σύνθετες σχέσεις μεταξύ των περιοχών (όχι μόνο ιεραρχικές)
- Βελτιστοποιήσεις

Ανάλυση Διασποράς – Βικαριανισμού (Dispersal-Vicariance Analysis, DIVA)

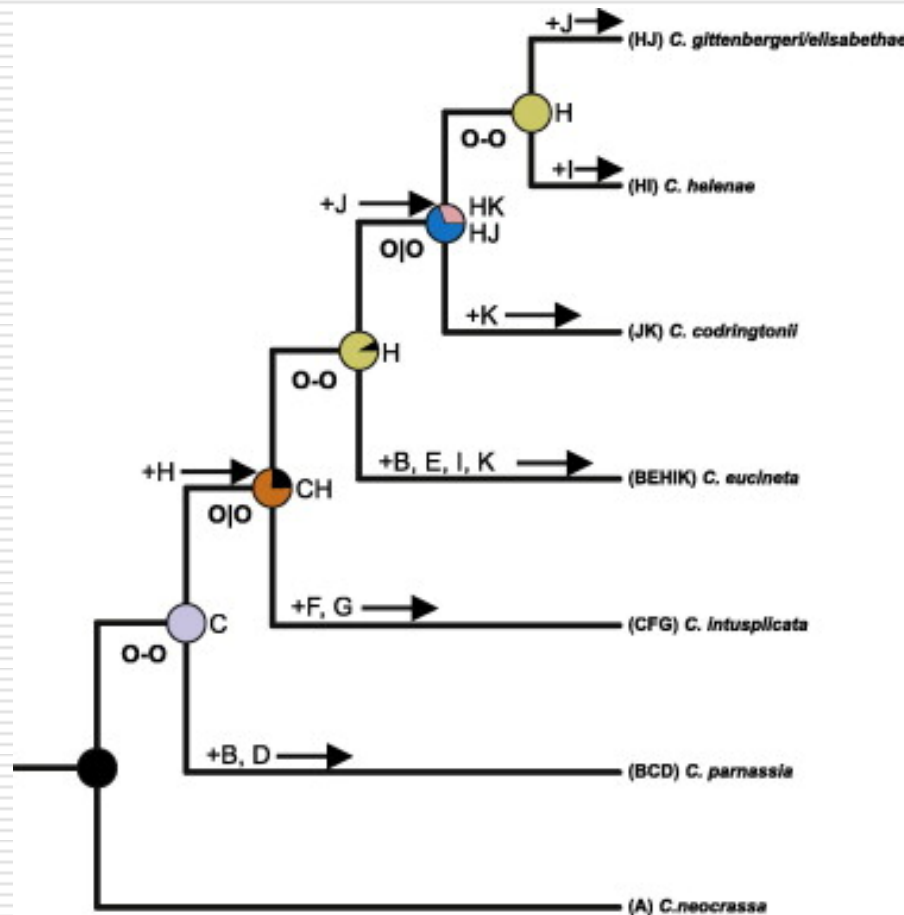
Kotsakiozi et al. (2012) Mitochondrial phylogeny and biogeographic history of the Greek endemic land-snail genus *Codringtonia* Kobelt 1898 (Gastropoda, Pulmonata, Helicidae). *Molecular Phylogenetics & Evolution*



Species	Distribution of species in defined areas	Geographic definition of areas
<i>C. helena</i>	HI	Central Peloponnese (H), South-Central Peloponnese (I)
<i>C. gittenbergeri/elisabethae</i>	HJ	Central Peloponnese (H), Central-East Peloponnese (J)
<i>C. codringtonii</i>	JK	Central-East Peloponnese (J), South-West Peloponnese (K)
<i>C. eucineta</i>	BEHIK	West Sterea (B), North-West Peloponnese (E), Central Peloponnese (H), South-Central Peloponnese (I), South-West Peloponnese (K)
<i>C. intuspicata</i>	CFG	Central Sterea (C), North-Central Peloponnese (F), North-East Peloponnese (G)
<i>C. parnassia</i>	BCD	West Sterea (B), Central Sterea (C), East Sterea (D)
<i>C. neocrassa</i>	A	North-West Greece (A)

Ανάλυση Διασποράς – Βικαριανισμού (Dispersal-Vicariance Analysis, DIVA)

Kotsakiozi et al. Mitochondrial phylogeny and biogeographic history of the Greek endemic land-snail genus *Codringtonia* Kobelt 1898 (Gastropoda, Pulmonata, Helicidae). *Molecular Phylogenetics & Evolution* (2011)

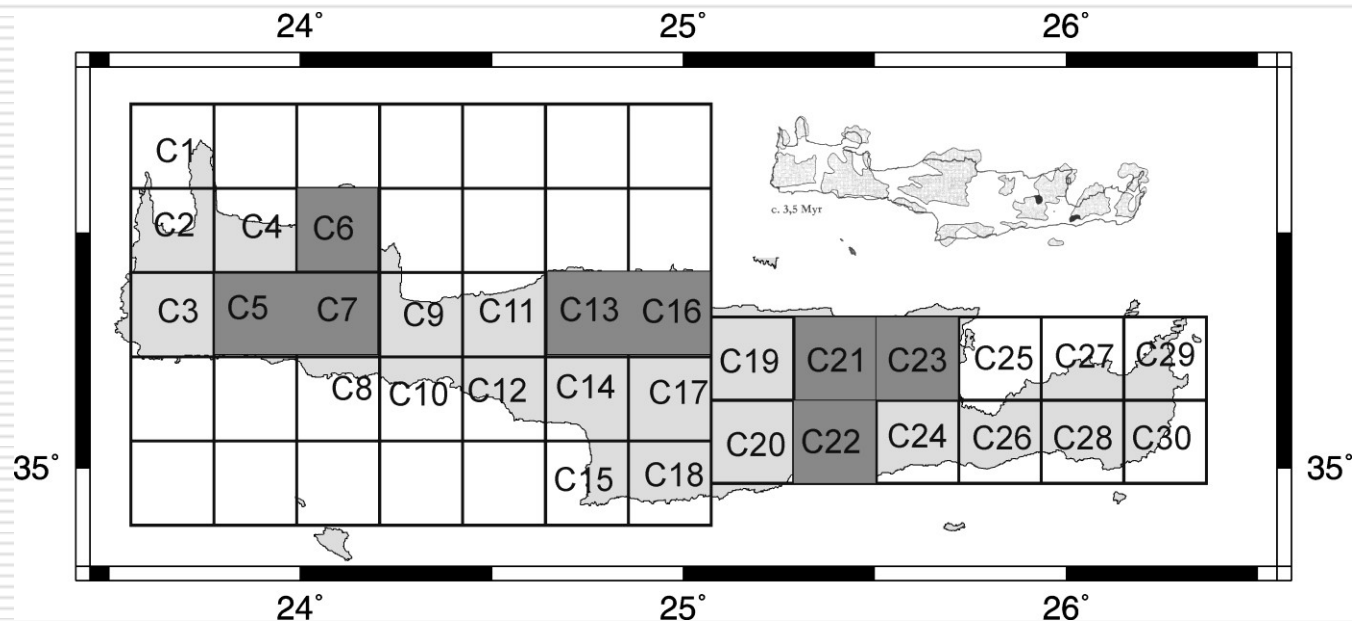


- Vicariance event: O|O
- Duplication event: O-O (speciation within the area)
- arrow (+): dispersal event

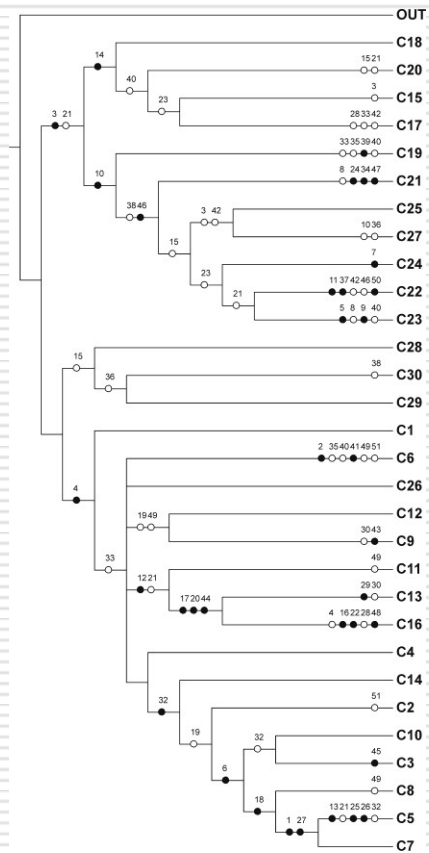
Φειδωλή Ανάλυση Ενδημισμού (Parsimony Analysis of Endemicity, PAE)

- Διερεύνηση των φυσικών προτύπων κατανομής των οργανισμών
- Ταξινόμηση τοποθεσιών, περιοχών ή πλαισίων (αντίστοιχα με τα τάξα στις φυλογενετικές αναλύσεις) σύμφωνα με τα κοινά τάξα που έχουν (αντίστοιχα των χαρακτήρων στις φυλογενετικές αναλύσεις) με βάση το κριτήριο της φειδωλότητας
- Ιεραρχική ταξινόμηση των γεωγραφικών μονάδων
- Προσδιορισμός περιοχών ενδημισμού

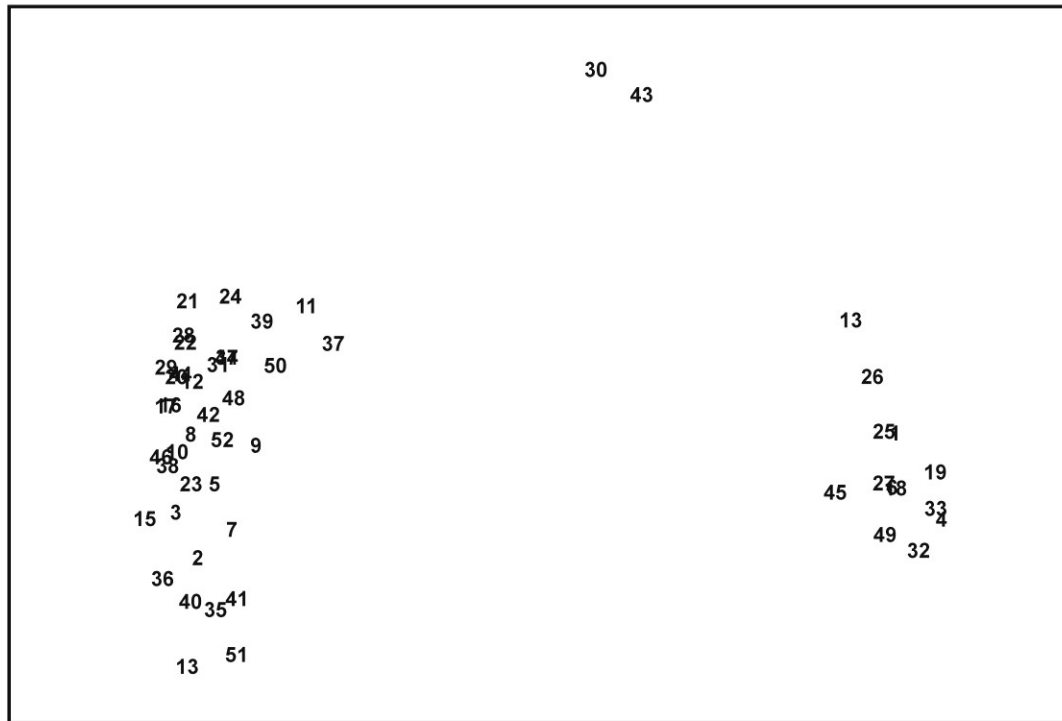
Φειδωλή Ανάλυση Ενδημισμού (Parsimony Analysis of Endemicity, PAE)



Φειδωλή Ανάλυση Ενδημισμού (Parsimony Analysis of Endemicity, PAE)



Φειδωλή Ανάλυση Ενδημισμού (Parsimony Analysis of Endemicity, PAE)



Φυλογεωγραφία

- Η μελέτη των γενεαλογικών σχέσεων και της γεωγραφικής κατανομής εντός και μεταξύ συγγενικών ειδών
- Ισχυρή σχέση με τη γενετική πληθυσμών
- Ανακαλύπτει κρυπτικά είδη ή εξελικτικές γραμμές
- Ανακαλύπτει κρυμμένη βιογεωγραφική δομή
- Ασθενής σχέση με την ιστορική βιογεωγραφία
- Εξέταση ενός τάξου κάθε φορά
- Έμφαση σε σενάρια διασποράς ενός μόνο τάξου
- Τάση να αποδίδεται η διαζευγμένη κατανομή ενός τάξου σε βικαριανιστικά γεγονότα

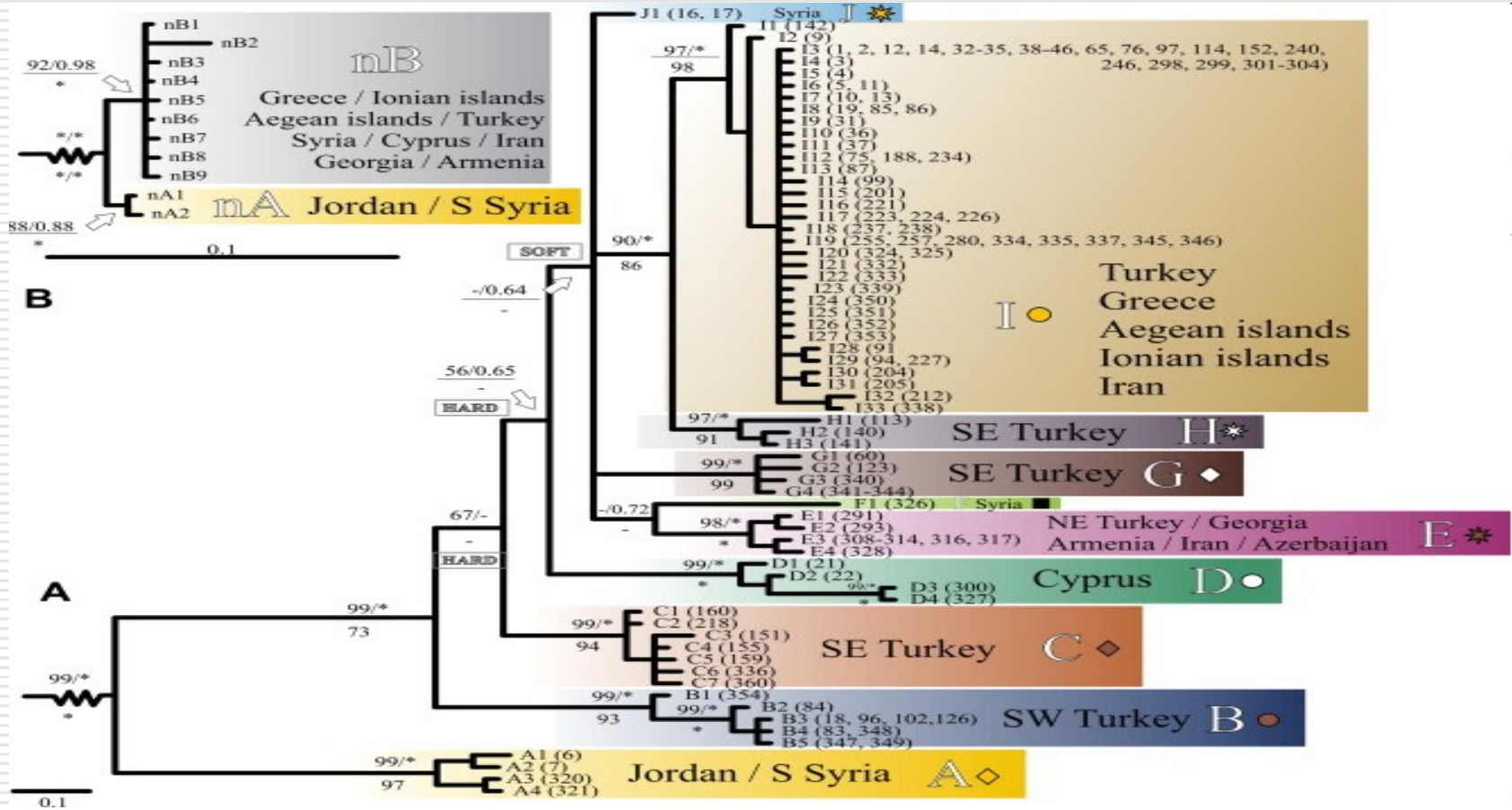
Φυλογεωγραφία

- Kornilios P et al (2012) Neogene climatic oscillations shape the biogeography and evolutionary history of the Eurasian blindsnake. *Molecular Phylogenetics & Evolution* 62: 856-873.

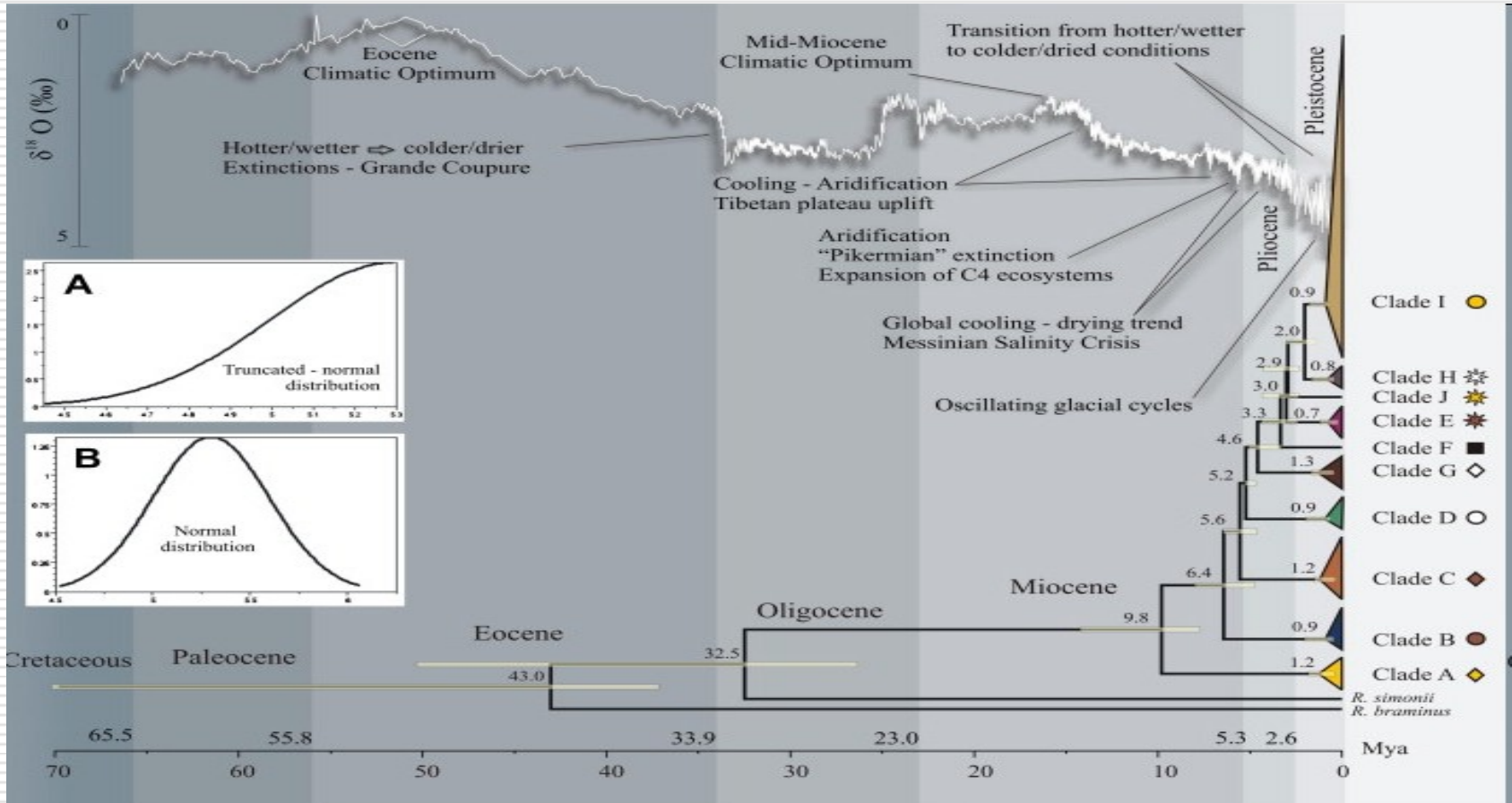
Φυλογεωγραφία



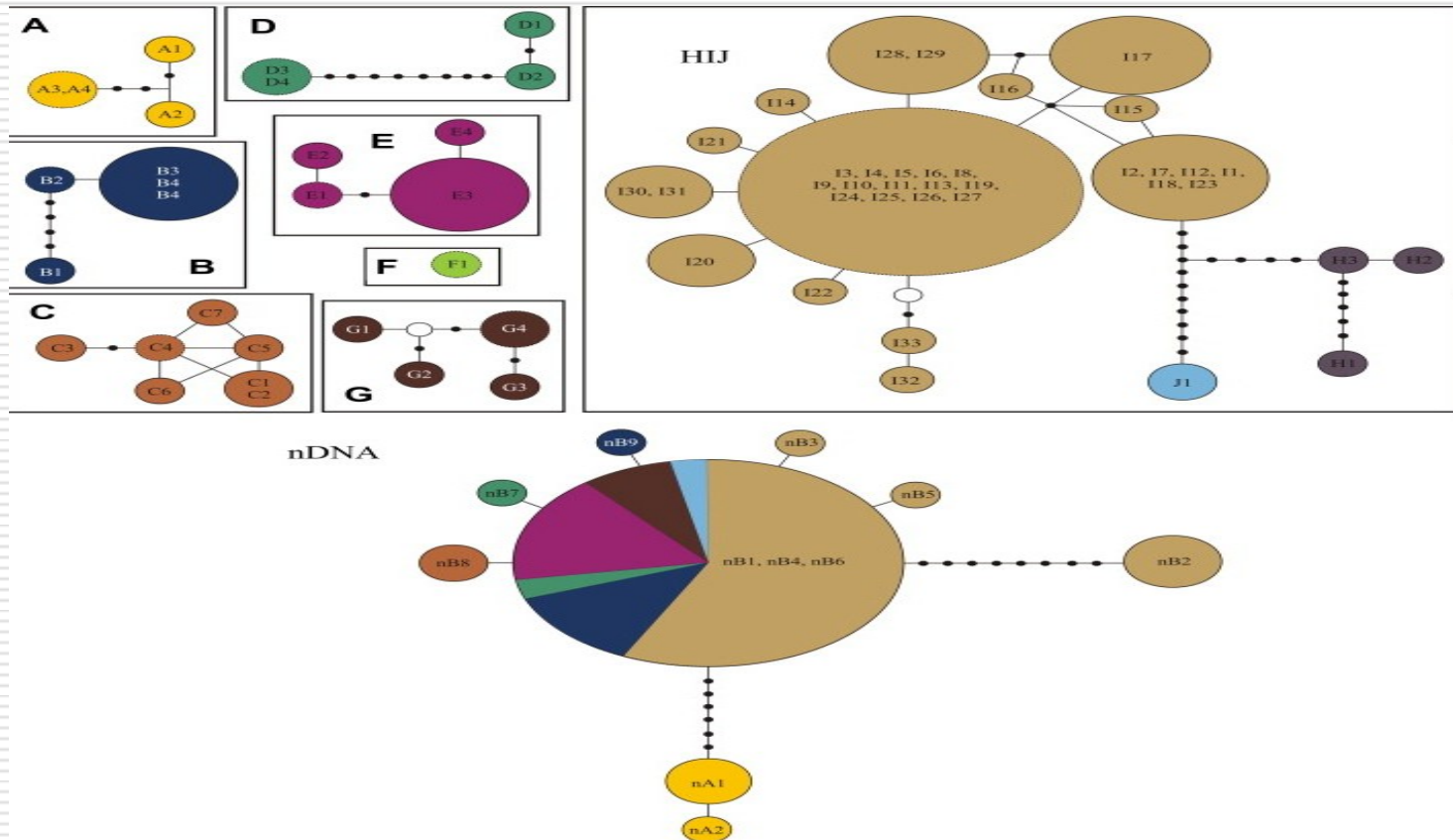
Φυλογεωγραφία



Φυλογεωγραφία



Φυλογεωγραφία



Φυλογεωγραφία

