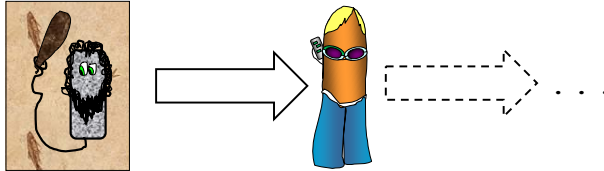


La maggior parte della diversità genetica appartiene al mondo microbico

E permette di studiare la storia evolutiva della vita sul nostro pianeta

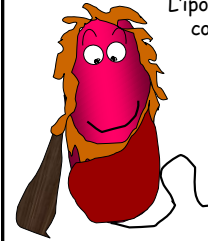


tutti gli organismi viventi condividono molte biomolecole comuni o correlate e strategie simili e complesse per la crescita e la propagazione

L'ipotesi che discendano da un antenato comune è universalmente condivisa

Last Universal Common Ancestor

(LUCA)



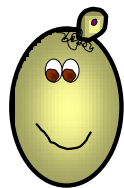
I procarioti NON possono essere studiati con l'approccio linneiano usato per i "Regni" degli eucarioti

dagli anni 50-60, la filogenesi microbica è stata studiata con tecniche molecolari



Sulla base delle sequenze tipizzanti dei 16S rDNA

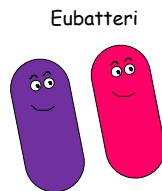
Portando al riconoscimento di tre gruppi principali di organismi



Eucarioti



archibatteri



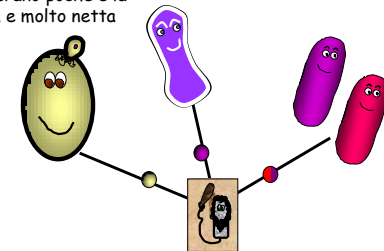
Eubatteri

Gli archibatteri sembravano distanti da entrambi gli altri gruppi

Woese ipotizzò che rappresentassero una di tre linee di discendenza originali dall'antenato universale

All'epoca le sequenze disponibili erano poche e la separazione tra i rami profonda e molto netta

i procarioti sarebbero divisi in due gruppi MONOFILETICI: eubacteria e archaeobacteria



QUESTA APPROCCIO NON TIENE CONTO DEI DATI STRUTTURALI

i dati resi disponibili da nuove sequenze di geni, proteine e interi genomi, hanno indotto a formulare un altro approccio

Gupta e coll. hanno analizzato i dati con un metodo diverso

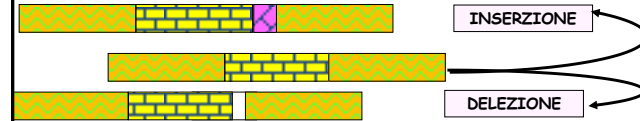
Con orologi molecolari differenti
per diverse tappe evolutive

Nelle sequenze aminoacidiche di proteine molto conservate,
la composizione G + C è praticamente ininfluente

Una o più proteine possono essere marcatori di
eventi evolutivi importanti

Evitando l'uso di un unico indicatore
(16srRNA) per eventi molto distanti tra loro

Il marcatore consiste in mutazioni inequivocabili all'interno
di proteine molto conservate
presenti in tutti i gruppi che discendono dall'ancestrale in
cui la mutazione si è prodotta, e assenti negli altri



Le mutazioni da considerare sono inserzioni o delezioni
INDEL

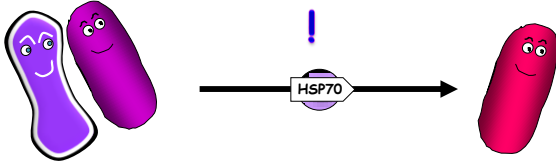
Gli indel devono essere fiancheggiati da regioni conservate e deve
essere evidente che la proteina non derivi da un evento di TGO

Se si trova un indel nella stessa posizione in specie diverse, si può concludere che sia
stato introdotto una volta nella storia evolutiva e trasmesso poi a tutti i discendenti.

Analizzando i genomi procariotici disponibili, Gupta e coll., hanno individuato gli
indel idonei a separare i gruppi e li hanno correlati con i dati strutturali

Un solo indel non permette di capire quale sia il gruppo ancestrale

Ma è stato possibile trovare un punto di riferimento: un' inserzione in Hsp70
coincide con altri dati indicando come ancestrali i Monodermi



L'indel di Hsp70 ("indel dei didermi") segna il momento della comparsa
dei batteri dotati della struttura a doppia membrana

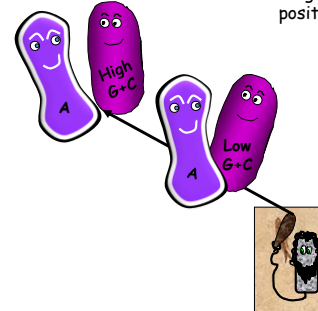
VDR--KSV--H--	W--Y--G--D--	N--Y--V--H--
VDR--RSV--H--	M--IDLQ--S--	N--M--H--H--
N--MSI--H--	VEIEG--D--	Y--EV--I--H--
N--ISV--H--	N--VEAEQ--Q--	Y--EM--I--H--
N--VISI--H--	VEIEG--K--	Y--E--I--H--
NSAVSV--LI--	GE--VTLEG--D--	Y--EE--M--GYM
N--SSI--H--	ES--TVDIQG--K--	Y--E--M--H--
N--VSI--L--	SN--VT--KNPD--	GSTKEL--Q--SYL
NVVSIS--S--	TS--VNLG--D--	YS--E--E--RVM
N--VSI--L--	SN--V--TT--	LS--E--V--Q--SYL
DK--ISI--H--	AE--VAID--N--	Y--E--M--H--
DK--MSI--H--	VNIDG--D--	LS--E--M--H--
E--ISI--S--	SE--VSANG--	Y--E--M--NL
N--VQSI--H--	VDI EG--S--	Y--E--M--NL
R--KSI--H--	VRID--	Y--E--K--L
QN--L--I--LI--	RRFQDEEVQDVSI MPFKI IAD	NG--AWVE--KGOK
KN--L--I--LI--	E--K--ID--A--TK--	NG--AWVE--KGOK
KN--L--I--LI--	ES--K--E--TR--	NG--AWVN--KGDK
DN--F--I--LI--	KYD--KA--E--IKKV--YAV--K--	NG--AWVATG--K--
QN--L--I--LI--	DE--V--K--I--VT--Y--VR--	NG--AWLD--KGOK
N--L--I--LI--	DE--V--K--I--VT--Y--VR--	NN--AWIEARGRK
R--F--V--LI--	YD--PM--EK--KGLV--Y--VK--S--	NG--AWVEADG--T--
TN--V--V--LI--	TT--A--EK--KKLV--Y--VDGG--	NG--AWVE--RGEK
R--F--V--LI--	YD--PM--EK--KGLV--Y--VK--S--	NG--AWVEADG--T--
KN--L--V--LI--	E--K--I--GL--Y--S--K--	NG--AWVEHGEK
N--L--I--LI--	T--E--PTT--K--KGMV--Y--VK--	NG--AWVEHGST
TN--L--V--LI--	YE--PT--EK--KALV--E--VKG--	NG--AWV--AQ--N--
TN--L--I--LI--	TAS--PV--EK--KGMV--Y--RSSR--R--	AG--AWV--AHG--D--
L--V--LI--	YD--PM--TK--KDLV--Y--VKG--	NG--AWVE--HG--K--

gli archibatteri e i batteri Gram-positivi, hanno una struttura monodermica

Alcuni geni e proteine indicherebbero gli archibatteri come monofiletici, altri come polifiletici, insieme ai Gram positivi

gli archibatteri alofili e termocidofili ramificano con i batteri Gram-positivi ad alto contenuto di G+C

I metanogeni ramificano con i batteri Gram-positivi a basso contenuto di G+C

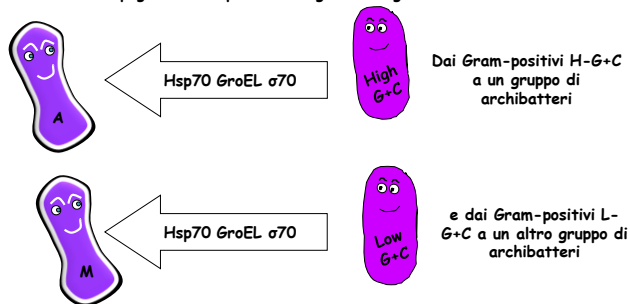


questi dati possono essere spiegati solo con eventi di trasferimento genico orizzontale

SECONDO DUE POSSIBILI "SCENARI"

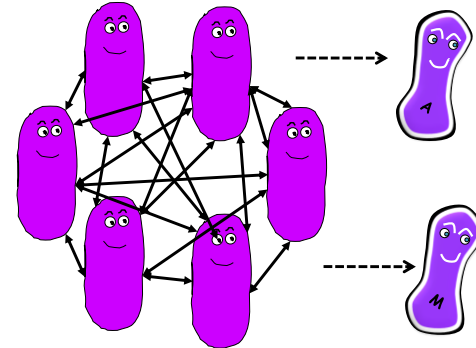
A) IPOTESI DEI TRE DOMINI
GLI ARCHIBATTERI SONO DAVVERO MONOFLETICI, DISTINTI DAI BATTERI GRAM-POSITIVI

I geni trasferiti sarebbero stati house-keeping e il trasferimento avrebbe dovuto essere accompagnato dalla perdita dei geni omologhi residenti e funzionali:



QUESTO TIPO DI TGO NON CONFERISCE VANTAGGI E NON RISPONDE A UNA PRESSIONE SELETTIVA

B) GLI ARCHIBATTERI SONO POLIFLETICI E I GENI SUI QUALI È STATA IPOTIZZATA LA LORO DIVERSITÀ SONO STATI OTTENUTI PER TGO DA UNO O PIÙ BATTERI GRAM-POSITIVI

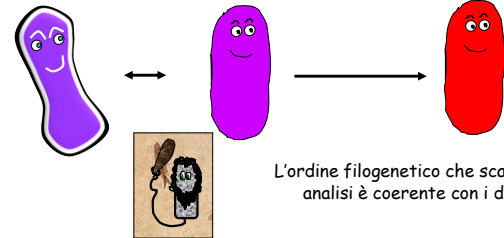


GLI ARCHIBATTERI SI SAREBBERO ORIGINATI DA GRAM-POSITIVI DOPO UN LUNGO PERIODO DI TRASFERIMENTI ORIZZONTALI RIPETUTI E SOTTO UNA FORTE PRESSIONE SELETTIVA

IN QUESTO CASO I GENI TRASFERITI SAREBBERO QUELLI COINVOLTI NELLA SINTESI DEI PRINCIPALI BERSAGLI PER GLI ANTIBIOTICI PIÙ COMUNI, (PRODOTTI DA DIVERSE SPECIE DI BATTERI GRAM-POSITIVI)

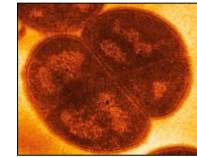
BERSAGLIO	ANTIBIOTICO	SPECIE PRODUTTRICE
sintesi proteica (30S)	Streptomicina Neomicina Tetraciclina Spectinomina Gentamicina Tobramicina Kanamicina	Streptomiceti (Monodermi con alto G+C)
sintesi proteica (50S)	Eritromicina Cloramfenicolo Lincomicina Streptogramine	Streptomiceti
Parete batterica	Bacitracina Vancomicina Cicloserina	Bacillus (monodermi, basso G+C) Streptomiceti
membrana citoplasmica	Polimixine Gramicidina S Tirotricina	Bacillus
sintesi o metabolismo degli acidi nucleici	Rifampicine Novobiocine	Streptomiceti

gli indel propongono un quadro diverso da quello dei "tre domini": non tre rami monofiletici ed indipendenti, ma l'evoluzione di un gruppo di Gram-positivi/Archibatteri



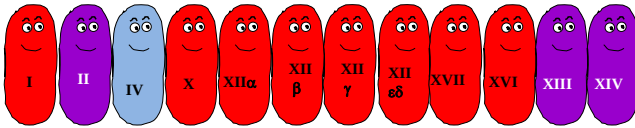
il microorganismo di transizione indicato dagli indel è *Deinococcus*

che ha effettivamente la parete dei monodermi ma già la doppia membrana dei didermi



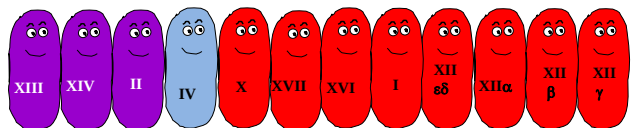
le definizioni dei gruppi sono le stesse con i due metodi, ma l'ordine presuntivo di apparizione cambia

TRE DOMINI

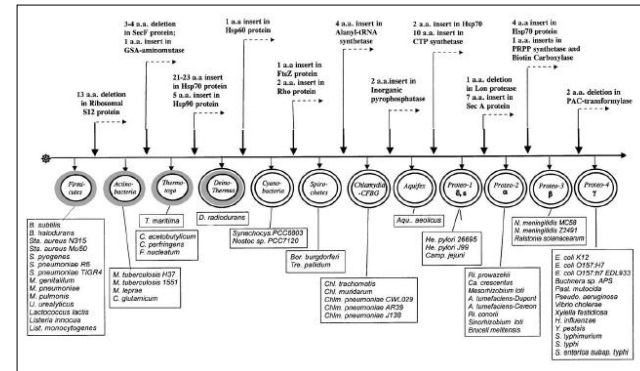


L'ordine gerarchico stabilito attraverso l'analisi degli indel è coerente con la struttura e la morfologia delle specie, mentre quello stabilito attraverso l'analisi dei 16S rRNA non lo è

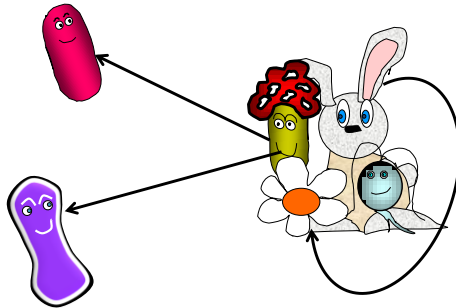
MONODERMATA
DIDERMATA



OGNI NUOVO GRUPPO NASCE DAL GRUPPO DOMINANTE IMMEDIATAMENTE PRECEDENTE: I BATTERI SONO MONOFLETICI

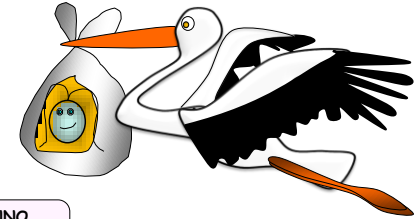


GLI EUCARIOTI HANNO ALCUNI INDEL COMUNI AI DIDERMI, ALCUNI COMUNI AGLI ARCHEA E ALTRI ESCLUSIVAMENTE PROPRI



SECONDO IL MODELLO DEI TRE DOMINI QUESTO NON SAREBBE POSSIBILE

DA DOVE VENGONO GLI EUCARIOTI?

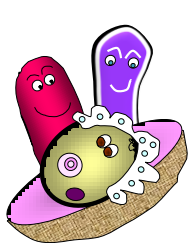


MOLTE TEORIE FANNO L'IPOTESI DI ENDOSIMBIOSI SUCCESSIVE

UNA TEORIA DIVERSA PENSA A UN EVENTO UNICO (FUSIONE) SEGUITO DA ENDOSIMBIOSI

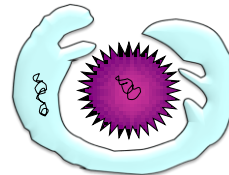
SECONDO LA TEORIA DELLA CHIMERA

LA CELLULA EUCARIOTA ANCESTRALE DISCENDEREbbe DALLA FUSIONE DI DUE PROCARIOTI GIÀ MOLTO DIVERSIFICATI: UN ARCHIBATTERIO (MONODERMA) E UN GRAM-NEGATIVO (DIDERMA)



BATTERIO GRAM-NEGATIVO PROBABILMENTE PRIVO DI PARETE + ARCHIBATTERIO

CHIMERA DERIVATA DA DUE DIFFERENTI TIPI DI PROCARIOTI



PERDITA DELLA O.M. DEL DIDERMA NON PIÙ NECESSARIA PER LA DIFESA CONTRO GLI ANTIBIOTICI

(INEFFICACI SULLE STRUTTURE RESISTENTI DELL'ARCHIBATTERIO)

MOLTI GENI RIDONDANTI FURONO ELIMINATI O INIZIARONO A DIVERGERE

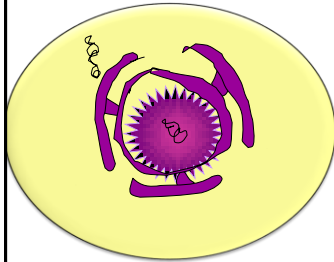
GLI INDEL TIPICI DEGLI EUCARIOTI FURONO INTRODOTTI PROBABILMENTE IN QUESTO PRIMO PERIODO



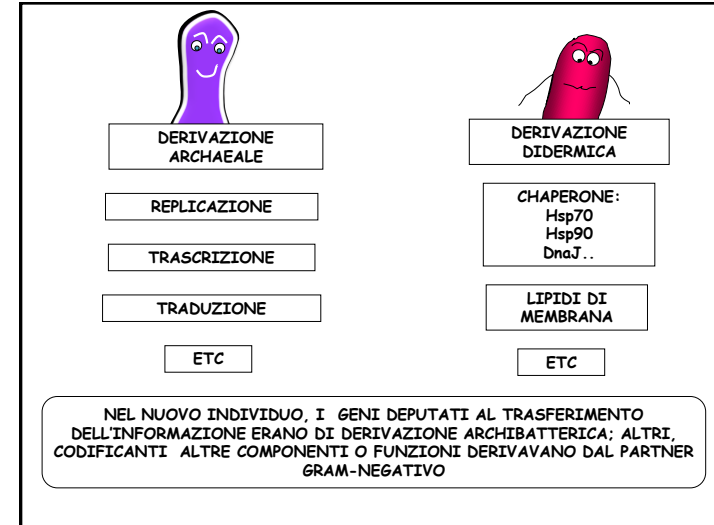
NEL TEMPO, DOPO MOLTE SUCCESSIVE MODIFICAZIONI, SI SAREBBE FORMATO IL COMPARTO NUCLEARE DAL DISTACCO DI UNA ZONA DI INVAGINAZIONE

IL GENOMA DEL PARTNER GRAM-NEGATIVO SI SAREBBE POI TRASFERITO NEL NUOVO COMPARTO

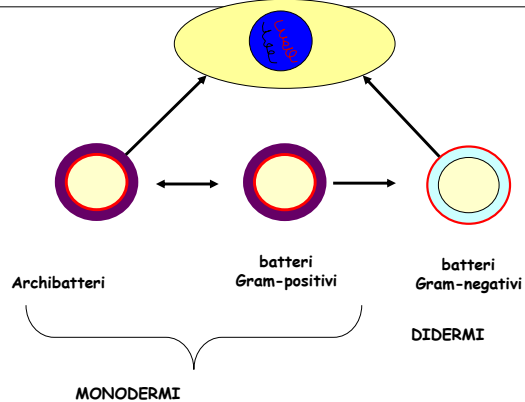
CREANDO UNA CELLULA DEL TUTTO NUOVA:



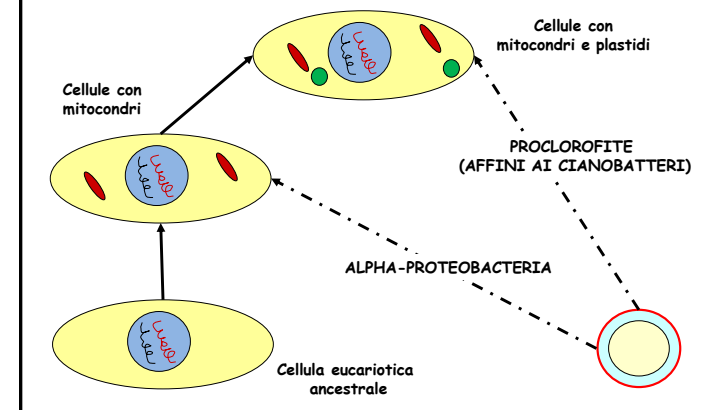
L'ANTENATO COMUNE DI TUTTI GLI EUCARIOTI

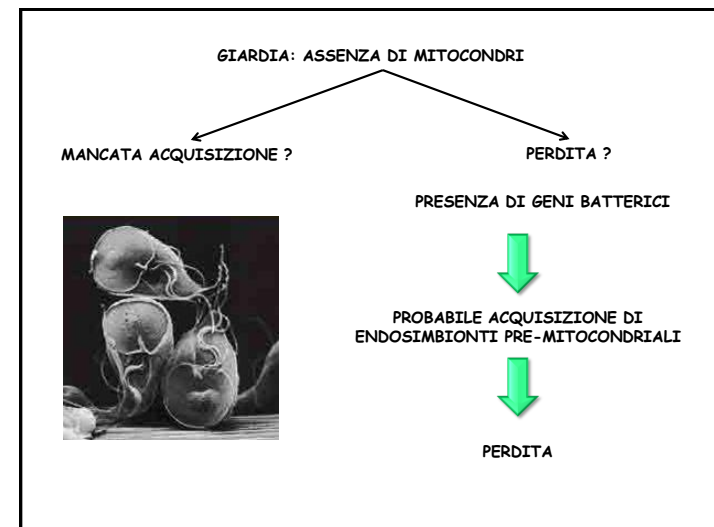
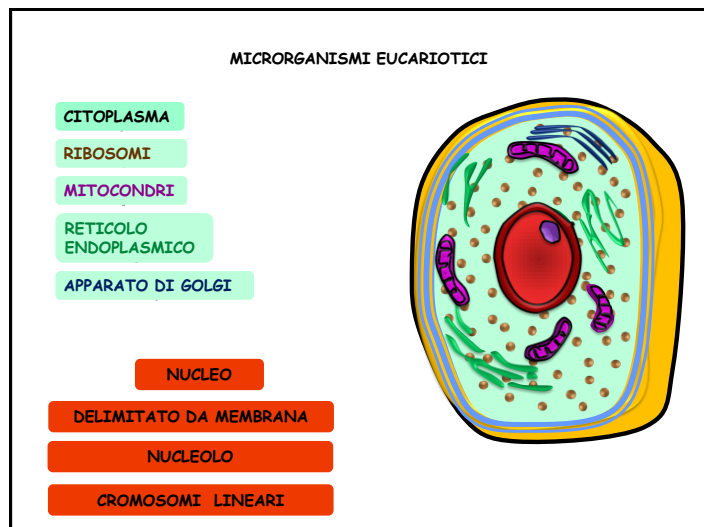
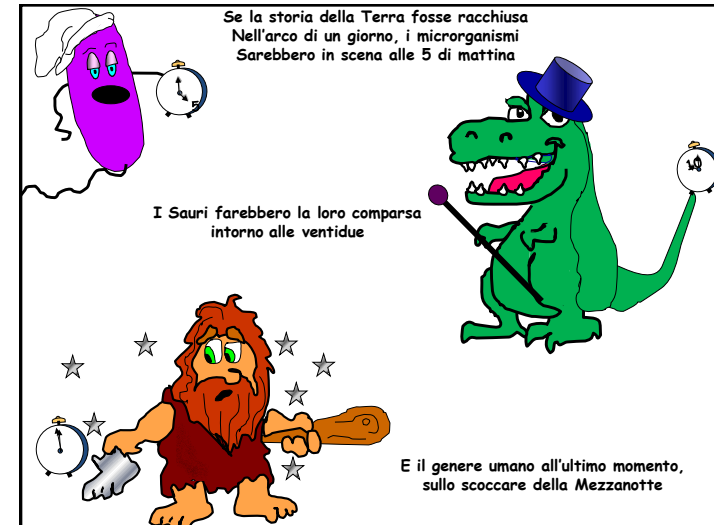
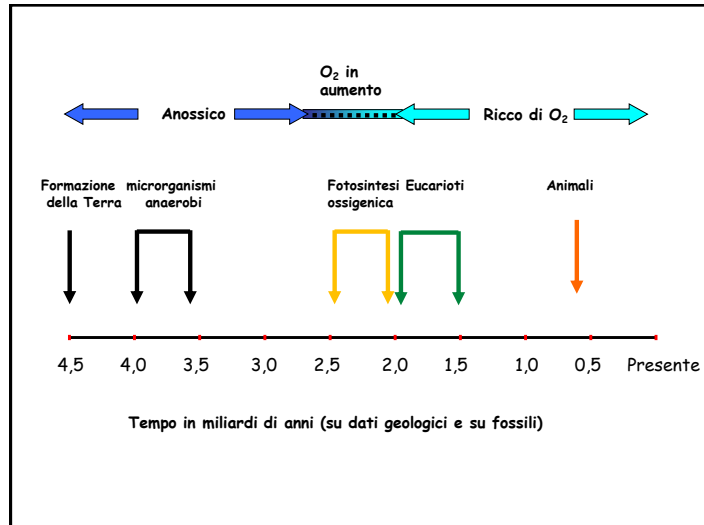


GLI INDEL DISPONIBILI DEPONONO PER L'UNICITÀ DELL'EVENTO DI FUSIONE PRIMARIA CHE AVREBBE PORTATO ALLA CELLULA EUCARIOTICA ANCESTRALE



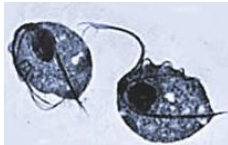
MITOCONDRI (ORIGINATI DA UN ANTENATO DELLE MODERNE RICKETTSIAE) E PLASTIDI (DA UN ANTENATO DEI MODERNI CIANOBATTERI) SAREBBERO COMParsi SOLO PIÙ TARDI, A SEGUITO DI EVENTI DI ENDOSIMBIOSI





TRICHOMONAS: ASSENZA DI MITOCONDRI

IDROGENOSOMI



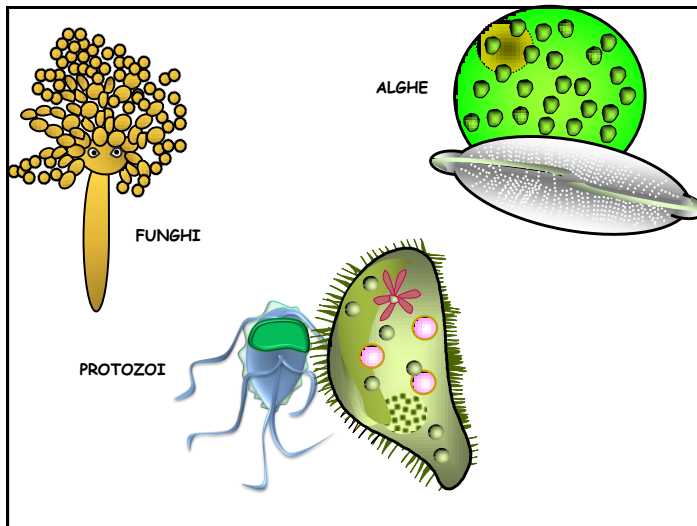
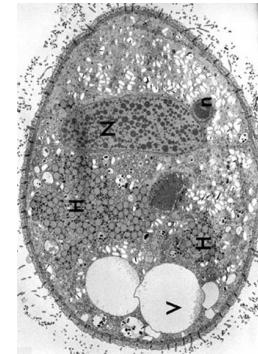
LEGATI ALLA MEMBRANA

NON CONTENGONO DNA

CONVERTONO PIRUVATO
→ ACETATO, CO_2 , H_2 I GENI NUCLEARI CHE CODIFICANO LE
LORO REAZIONI HANNO OMOLOGHI
BATTERICIIPOTESI: PASSAGGIO DI TUTTI I GENI
AL NUCLEO DELL'OSPITE

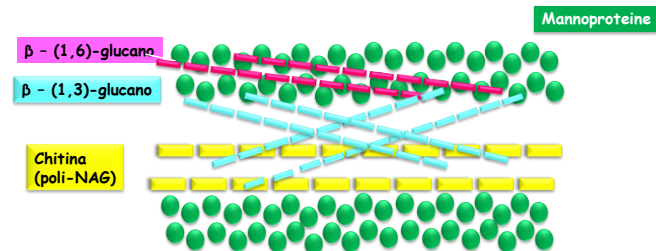
NYCTOTHERUS OVALIS

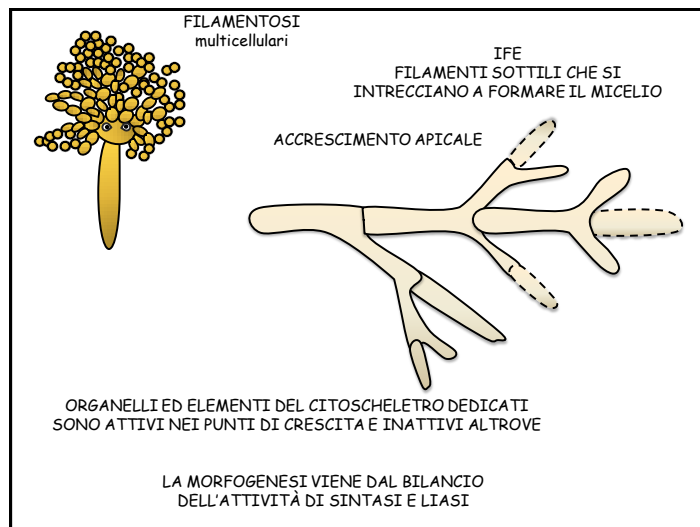
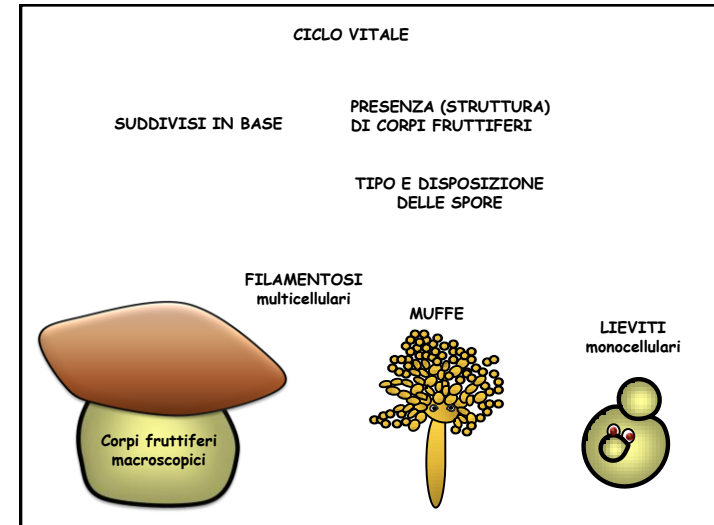
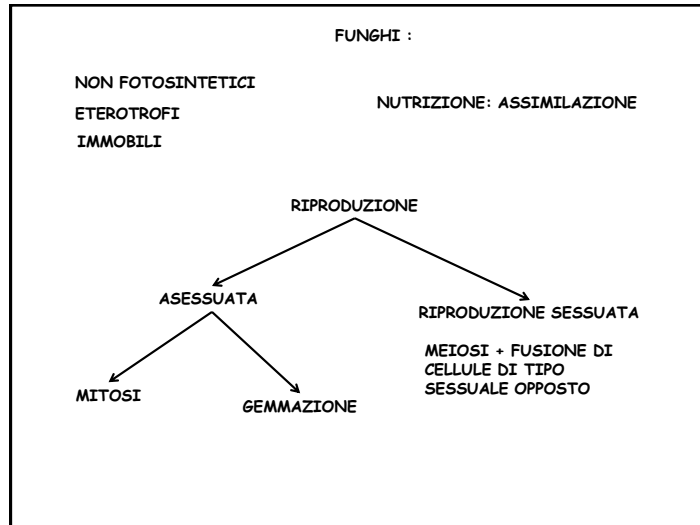
INTESTINO DELLE TERMITI

ORGANELLI SIMILI
AGLI IDROGENOSOMI
MA CON DNA (FORSE
ANCHE RIBOSOMI)

FUNGHI

Evolutivamente più simili alle cellule animali che a quelle vegetali

La parete cellulare è formata da glucani (>50%)
mannoproteine (~ 40%) e CHITINA (2%)Rappresenta il 30% del peso secco
Può essere digerita da β -glucanasi di varia origine



LIEVITI: in genere monocellulari



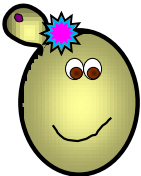
Alcuni possono formare pseudomiceli

Le cellule di lievito possono trovarsi in diversi stati

Aploidi (1n)

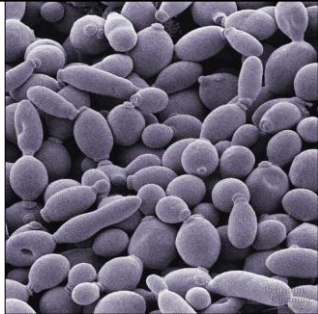


Diploidi (2n)



Le cellule diploidi hanno dimensioni maggiori (1-2 volte)

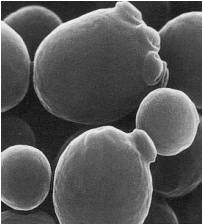
CON L'ECCEZIONE DI *SCHIZOSACCHAROMYCES POMBE*, I LIEVITI SI REPLICANO PER GEMMAZIONE



UN PROCESSO IN CUI LA DIVISIONE DEL CITOPLASMA È INEGUALE

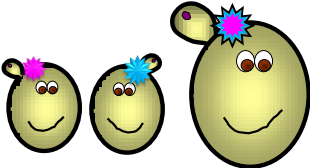


LA GEMMA LASCIA UNA CICATRICE DA CUI NON SI FORMANO PIÙ GEMME



UNA CELLULA MADRE PUÒ ANDARE INCONTRO A UN NUMERO LIMITATO DI GEMMAZIONI

LA GEMMAZIONE PUÒ ESSERE SVOLTA SIA DALLE CELLULE APOIDI SIA DALLE CELLULE DIPLOIDI



S. cerevisiae

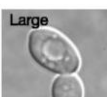
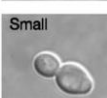


Ascomicete lieviforme, fermentante di forma ovoidale

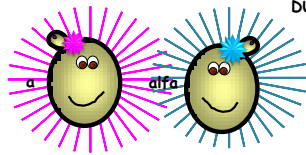
può essere manipolato con molta facilità

Ha notevoli capacità di fermentazione e di tolleranza a pH ed etanolo

Le sue varietà si usano per vinificazione, brassaggio e panificazione (GRAS)

Pointed		WT	
Elongated		Large	
Clumped		Small	
Other		Round	

LE CELLULE APLOIDI POSSONO ESSERE DI TIPO SESSUALE (MATING TYPE) DIVERSO: α O ALPHA (α)



DUE CELLULE APLOIDI POSSONO UNIRSI E FORMARE UNO ZIGOTE DIPLOIDE

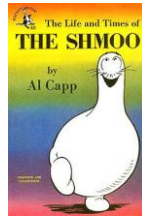
IL PROCESSO È INNESCATO DAI "MATING FACTORS" PEPTIDI CHE INDUCONO MODIFICAZIONI MORFOLOGICHE NEL TIPO SESSUALE OPPOSTO

OGNI FEROMONE INTERAGISCE CON UN RECETTORE DEL TIPO OPPOSTO

L'INTERAZIONE PROVOCA LA FORMAZIONE DEGLI "SHMOO"



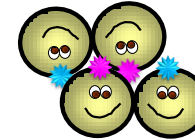
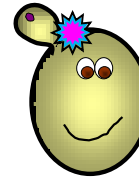
ESTROFLESSIONE VERSO LA CELLULA DI SEGNO OPPOSTO



ALFA1 STIMOLA I GENI ALFA-SPECIFICI, ALFA2 REPRIME I GENI A-SPECIFICI

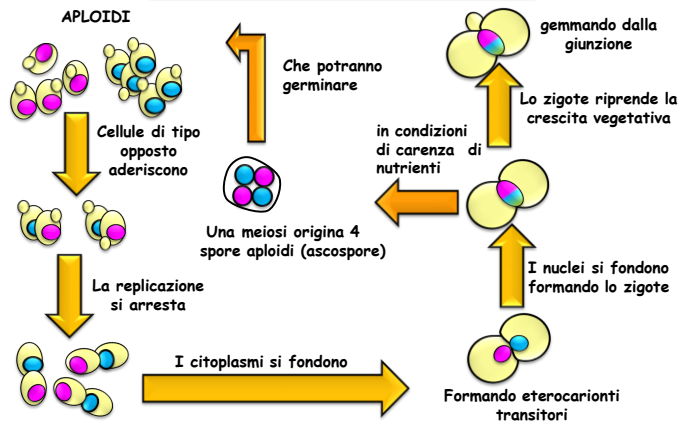
I GENI ALPHA-SPECIFICI SONO INATTIVI, I GENI A-SPECIFICI NON SONO REPRESSI

LO ZIGOTE DIPLOIDE PUÒ ORIGINARE SOLO DA DUE CELLULE DI TIPO SESSUALE DIVERSO



LE SPORE, APLOIDI, SI FORMANO DA UNA CELLULA DIPLOIDE PER MEIOSI E IN CONDIZIONI DI STRESS

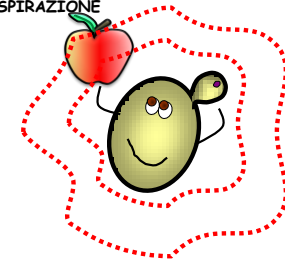
LIEVITO GEMMANTE: CICLO CELLULARE



SOTTO IL PROFILO METABOLICO, *S. CEREVISIAE* FA PARTE DEI LIEVITI "CRABTREE-POSITIVI"

SE LA CONCENTRAZIONE DI GLUCOSIO È ALTA, LA FERMENTAZIONE PREDOMINA SULLA RESPIRAZIONE ANCHE IN AEROBIOSI

IL FENOMENO "CRABTREE" È INTERPRETATO COME PROBABILE MECCANISMO DI COMPETIZIONE



SI RITIENE CHE SI SIA ORIGINATO CON LA COMPARSА DELLE PIANTE DA FRUTTO E IL RILASCIO DI ZUCCHERI NEL TERRENO

