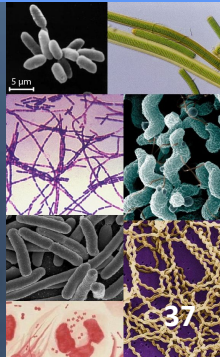


I MICROBI SULLA TERRA

BioTecnologieSanitarie.it

Dalle prime forme di vita
alla diffusione attuale



I MICROBI SULLA TERRA

INDICE

[Le stromatoliti di Pilbara](#)

[Cratone di Kaapvaal](#)

[Meteorite? qual è l'origine della vita?](#)

[L'evoluzione](#)

[Dove sono i batteri oggi?](#)

[Cosa sono i microbi?](#)

[I virus: dove li troviamo?](#)

[I protozoi: dove li troviamo?](#)

[I funghi: dove li troviamo?](#)

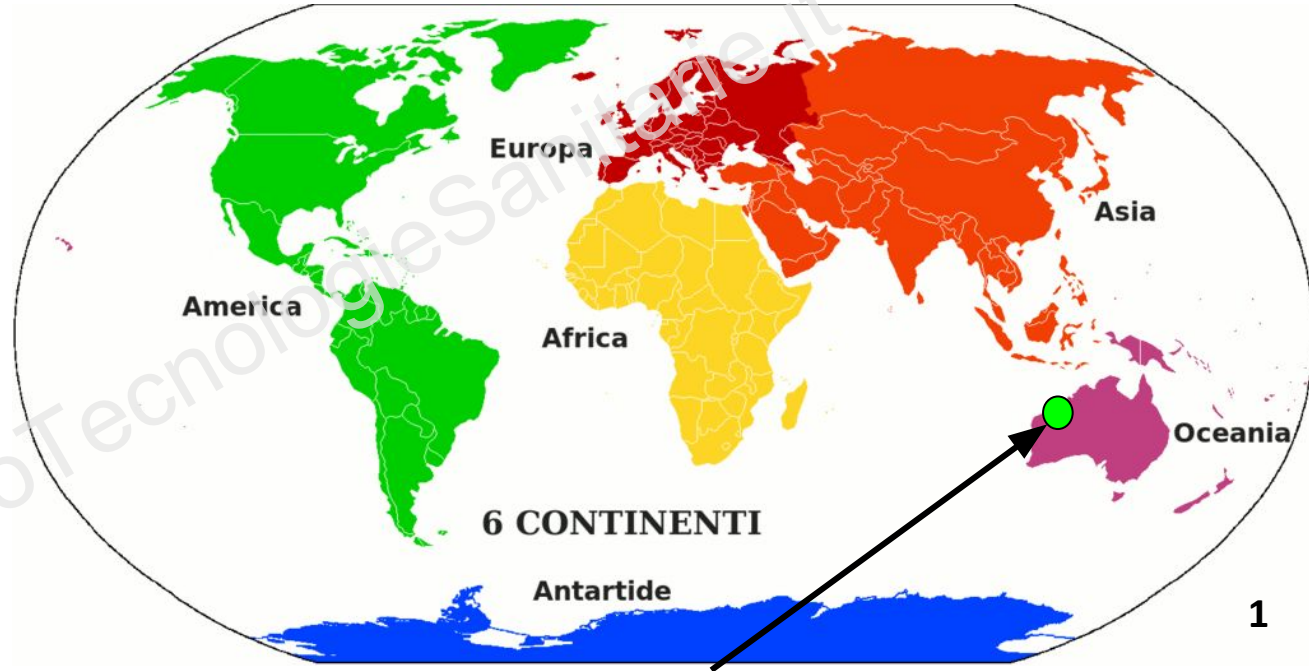
[Conclusioni](#)

[Photo credits e sitografia](#)

PILBARA
AUSTRALIA OCCIDENTALE
3,49 MILIARDI DI ANNI FA

I MICROBI SULLA TERRA: Cratone di Pilbara

Cominciamo con i batteri.
Il nostro tour alla scoperta dei microbi sulla Terra parte dall'Australia occidentale.



Australia occidentale

I MICROBI SULLA TERRA: Cratone di Pilbara

Un gruppo di ricercatori ha analizzato alcune delle rocce più antiche della Terra (3,49 miliardi di anni fa) che si trovano nel cratone australiano di Pilbara.

Si tratta di **stromatoliti** fossili come quella che si vede di lato.



Stromatolite fossile del cratone di Pilbara
Australia Occidentale
Periodo paleoarcheico (3,6 - 3,2 miliardi di anni fa)

I MICROBI SULLA TERRA: Cratone di Pilbara

Le stromatoliti sono rocce sedimentarie di natura calcarea. Si formano nel corso degli anni da veri e propri tappeti (biofilm di 1-10 mm di spessore) di microrganismi (tra gli altri i cianobatteri) in acque poco profonde, soprattutto marine. I microrganismi fanno precipitare particelle minerali che addensano il tappetino, ma solo la parte superiore sopravvive. Quindi la maggioranza delle stromatoliti mostra strutture tipicamente a strati, visibili ad occhio nudo.

I MICROBI SULLA TERRA: Cratone di Pilbara

Sulle strutture fossili di stromatoliti studiate nell'Australia occidentale sono state rinvenute tessiture di primordiali organismi viventi. Si tratta di fossili ben diversi dalle classiche ossa.



Ambiente di formazione attuale di stromatoliti
Australia Occidentale

I MICROBI SULLA TERRA: Cratone di Pilbara

Sono impronte fossili che ci raccontano di organismi primordiali simili a batteri organizzati in strutture ramificate e a ragnatela, già in grado di comunicare tra di loro.



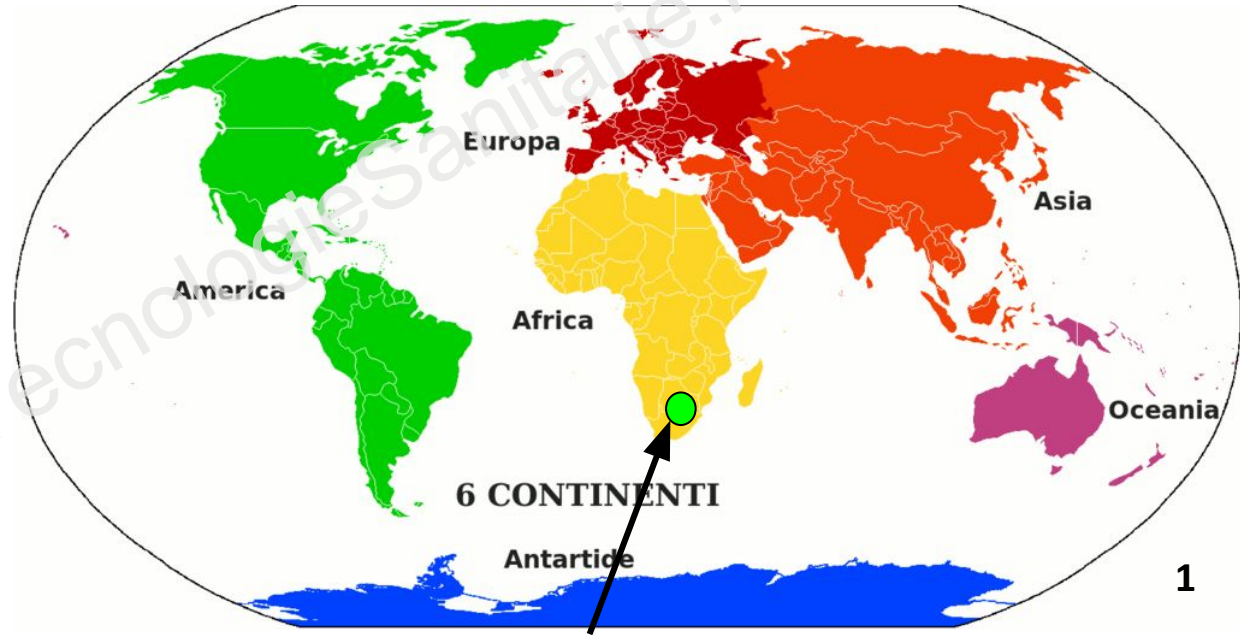
Ambiente di formazione attuale di stromatoliti
Australia Occidentale

CRATONE DI KAAPVAAL SUDAFRICA

BioTecnologieSanitarie.it

I MICROBI SULLA TERRA: Cratone di Kaapvaal

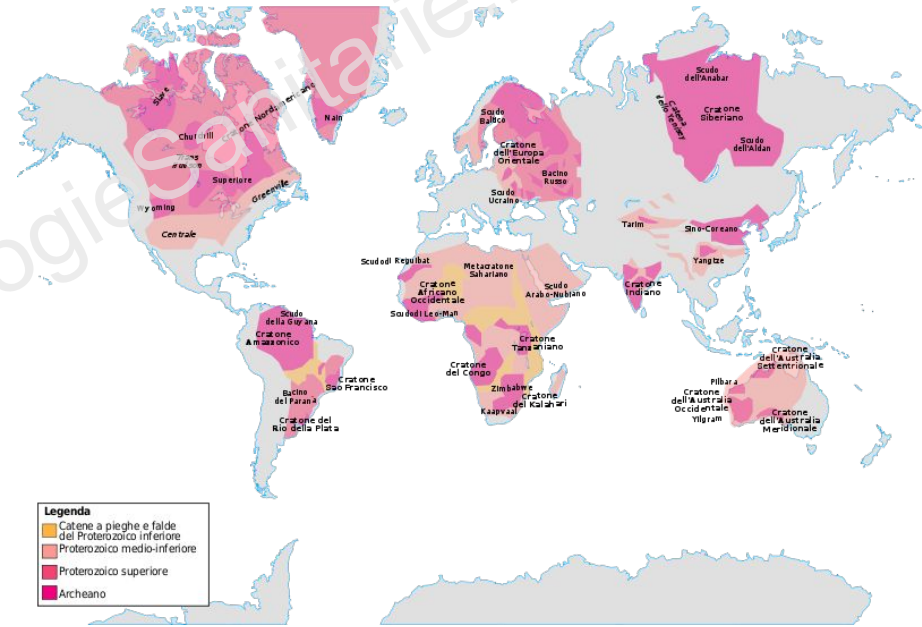
Altre rocce
altrettanto antiche
in Africa
meridionale
testimoniano
impronte fossili
batteriche risalenti
allo stesso periodo.



Africa meridionale

I MICROBI SULLA TERRA: Cratone di Kaapvaal

Nel **cratone** (aree più antiche della Terra) di Kaapvaal in Sudafrica c'è una catena montuosa (Montagne Barberton) nota anche con il nome di “genesi della vita” dove gli scienziati hanno scoperto tracce evidenti della caduta di un grosso meteorite 3,26 miliardi di anni fa.



Le aree più antiche della Terra sono segnate in rosa

METEORITE?
QUAL È L'ORIGINE DELLA VITA?

I MICROBI SULLA TERRA: meteorite?

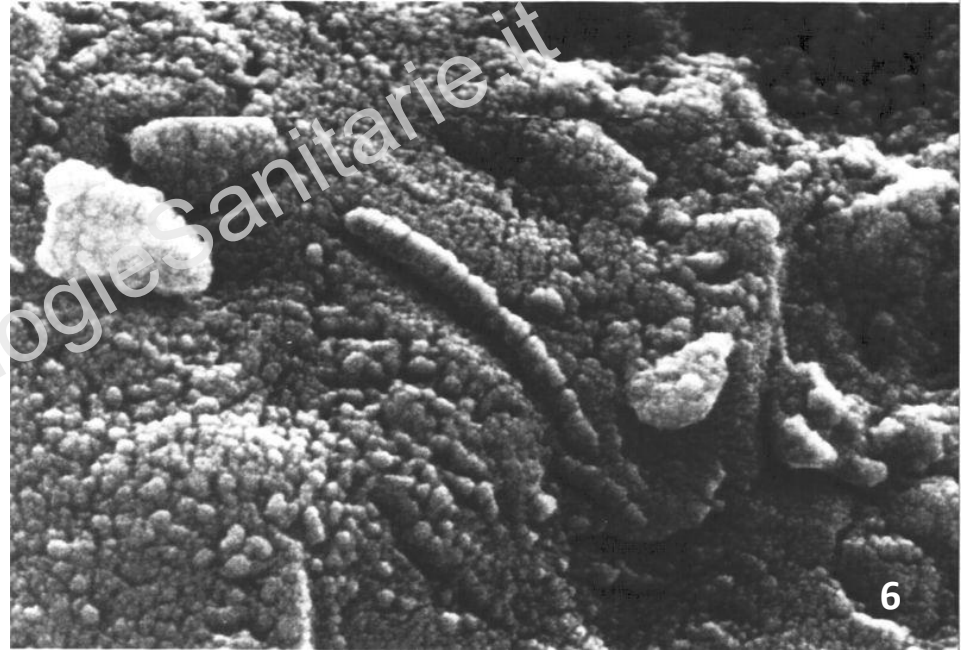
A questo punto è necessaria una pausa nel nostro tour. La notizia del meteorite ci porta a riflettere sull'**origine della vita sul nostro pianeta**.

Già da qualche anno si sta facendo strada l'idea che le molecole organiche (e non solo molecole organiche) alla base della vita siano state portate sulla Terra in seguito ad un bombardamento massiccio di meteoriti avvenuto circa 4 miliardi di anni fa.

Studi al riguardo vengono condotti in diversi centri di ricerca.

I MICROBI SULLA TERRA: meteorite?

Alcuni scienziati affermano che le biomolecole sono rimaste imprigionate nelle meteoriti quando ancora il nostro Sole era una nebulosa.



Possibili microfossili di batteri in meteorite marziana
Fonte NASA - Teoria del 1997

I MICROBI SULLA TERRA: meteorite?

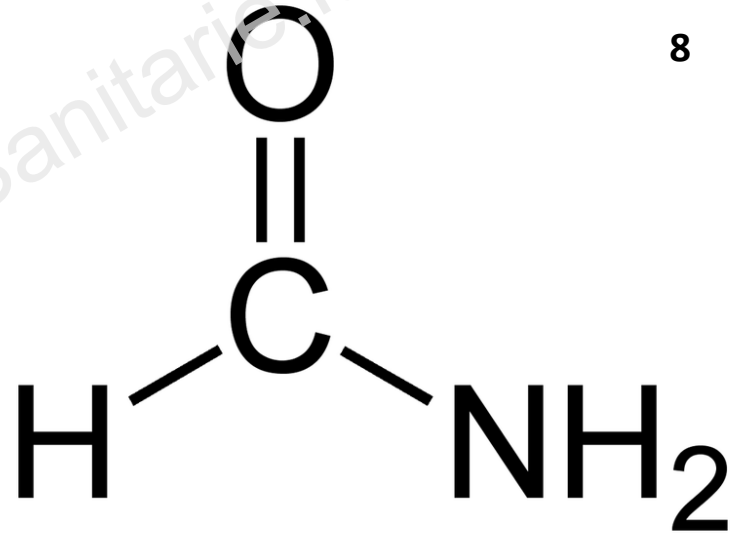
Studi recenti (2015) da parte di un'equipe italo-russa fanno invece pensare che tali biomolecole potrebbero formarsi continuamente sui meteoriti grazie alla loro composizione chimica.



Anche gli asteroidi potrebbero avere portato la vita sulla Terra - Fonte NASA

I MICROBI SULLA TERRA: meteorite?

Nello spazio è presente in grande quantità una molecola, la **formammide** che, come si può vedere qui di lato, contiene gli elementi fondamentali per le molecole organiche: carbonio, idrogeno, ossigeno e azoto.

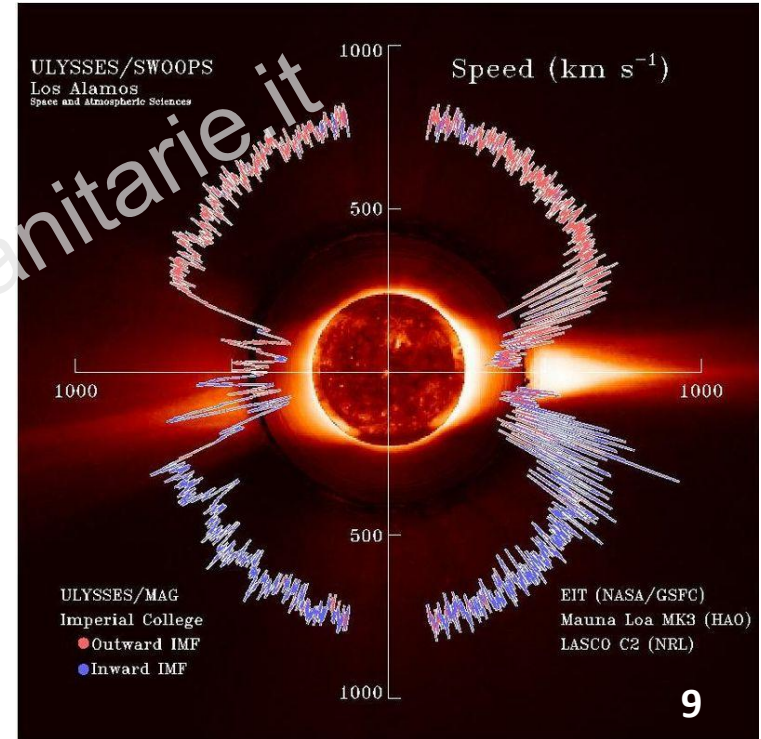


8

Molecola di formammide

I MICROBI SULLA TERRA: meteorite?

L'altro "ingrediente" fondamentale è il **vento solare** cioè il flusso di particelle cariche che la nostra stella genera in seguito alle sue reazioni termonucleari. Il vento solare già ci protegge dalle radiazioni cosmiche e potrebbe essere la fonte di energia per le trasformazioni chimiche sui meteoriti.



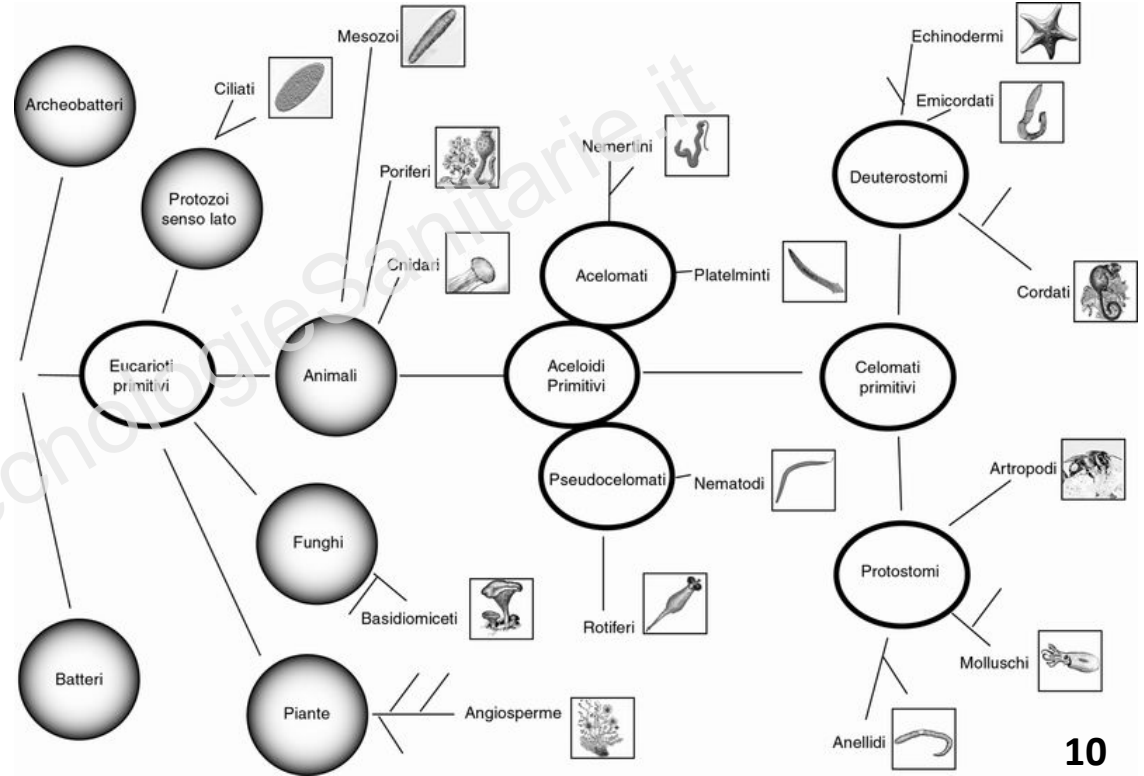
La navicella spaziale Ulisse misura la velocità del vento solare, variabile da 450 a 700 km/s

L'EVOLUZIONE

BioTecnologieSanitarie.it

I MICROBI SULLA TERRA: l'evoluzione

Qualunque sia stata l'origine della vita sulla Terra, tutto è partito dagli organismi più semplici: i batteri ... e la vita si è formata negli oceani primordiali, l'acqua!

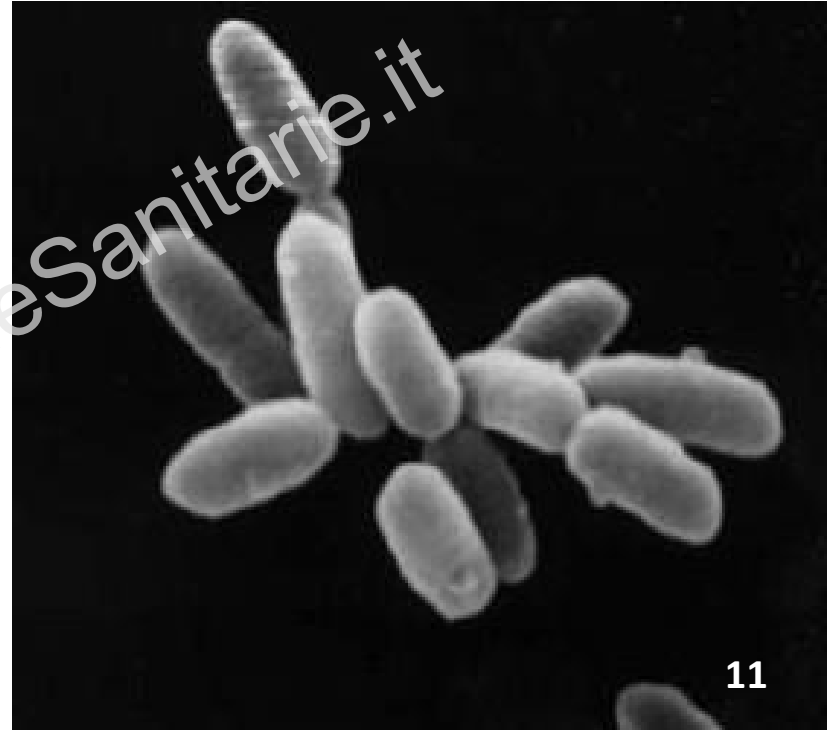


Schema semplificato dell'evoluzione della vita

I MICROBI SULLA TERRA: l'evoluzione

La foto di lato mostra un **archeobatterio**, il più basso livello di vita cellulare.

Tre miliardi e mezzo di anni fa questi batteri erano padroni del mondo. E ora?



Halobacterium al microscopio a scansione.
Ogni cellula è lunga circa 5 micrometri

DOVE SONO I BATTERI OGGI?

I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

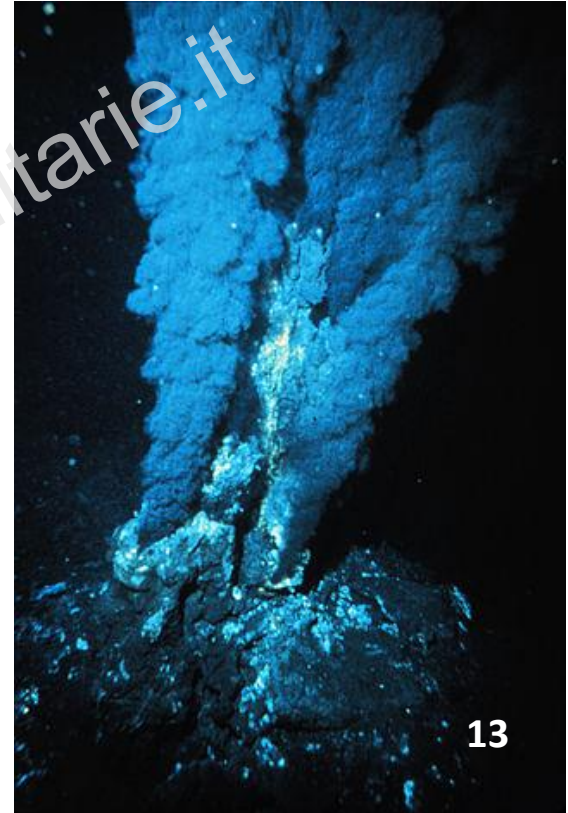
Gli **archeobatteri** si trovano ancora oggi sulla Terra, soprattutto negli ambienti estremi come le sorgenti termali vulcaniche. Di lato la foto della più grande presente nel parco di Yellowstone.



Grand Prismatic Spring
La più grande sorgente termale vulcanica del parco di
Yellowstone

I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

Sorgenti idrotermali come quella nella foto accanto sono in grado di supportare i batteri estremofili sulla Terra e potrebbero anche sostenere la vita in altre parti del cosmo.



I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

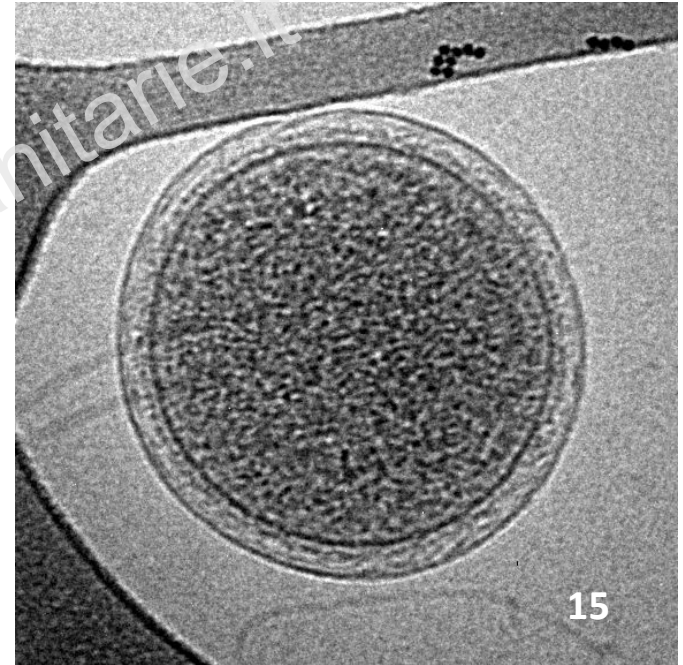
Recentemente archeobatteri sono stati scoperti anche nelle acque acide di drenaggio delle miniere.



I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

Questi archeobatteri sono indicati con la sigla ARMAN (Archaeal Richmond Mine acidophilic nanoorganisms).

Di lato si può vedere una cellula intatta di **archeobatterio ARMAN** preso da un biofilm presente nella Miniera Richmond -Iron Mountain - California settentrionale.



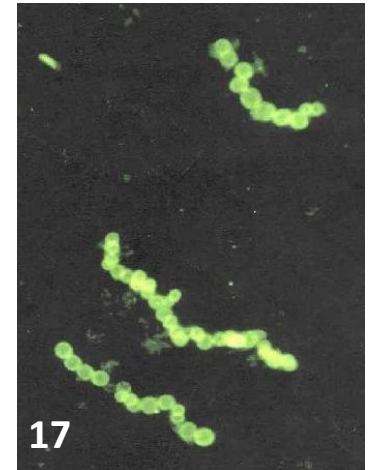
I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

Gli archeobatteri però non vivono solo in condizioni estreme. Recentemente si è scoperto che occupano tutti gli habitat sulla Terra, intestino dell'uomo compreso. Quindi convivono con quelli che chiamiamo comunemente batteri o eubatteri.



Archeobatterio
*Haloquadratum
walsbyi*. La sua forma è
molto strana perché
ricorda 4 scatole
quadrate piatte

A destra c'è l'immagine
di un eubatterio, uno
dei più grandi mai
trovati (100 - 300
micron)
*Thiomargarita
namibiensis*



I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

Secondo la classificazione di Cavalier-Smith (2004) archeobatteri ed eubatteri sono due diversi regni del dominio procarioti. Infatti archeobatteri ed eubatteri hanno caratteristiche genetiche differenti e differenti sono anche alcune vie metaboliche. Mentre l'aspetto morfologico, al di là degli esempi mostrati nella diapositiva precedente, può essere molto simile (fig.11). E per complicare ancora di più le cose anche gli eubatteri vivono in ambienti estremi. Studi recenti sembrano indicare che gli eucarioti deriverebbero dagli archeobatteri.

I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

In ogni caso ambedue i regni occupano tutto il nostro ecosistema Terra.

Gli eubatteri sono più conosciuti perché studiati da un maggiore numero di anni.

Quindi sappiamo che possono intrecciare diversi tipi di relazioni con gli altri esseri viventi. Si comportano come:

- predatori
- patogeni (per uomo, animali, piante ...)
- mutualisti (simbionti nell'uomo per esempio)

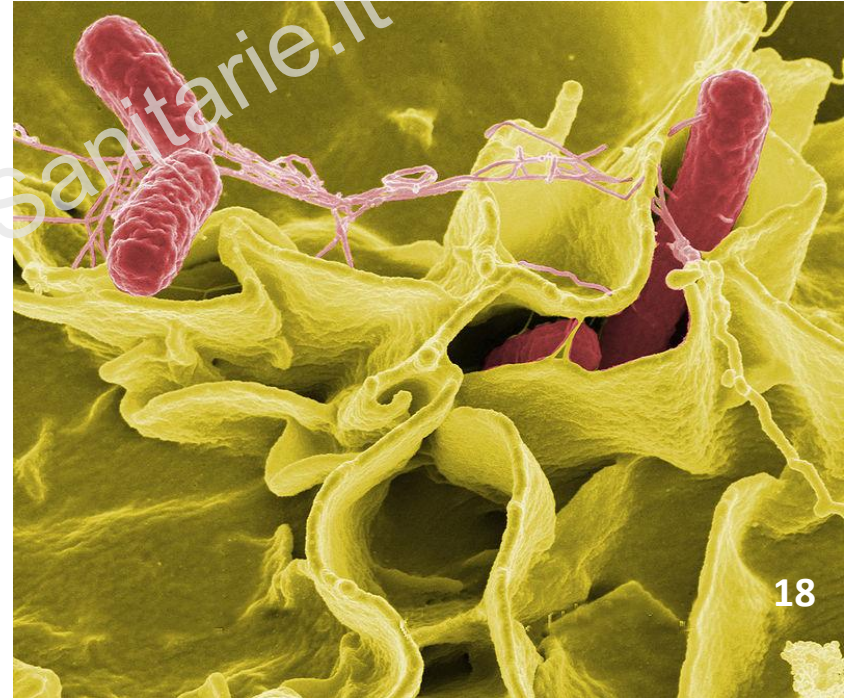
I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

Di lato potete vedere un esempio di batterio patogeno per l'uomo:

Salmonella typhimurium

fotografata su cellule umane.

Al contrario di quanto pensa la gente, la stragrande maggioranza dei batteri è essenziale per la vita sulla Terra e non dannosa. Anzi! Ci proteggono dalla diffusione dei patogeni.



I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

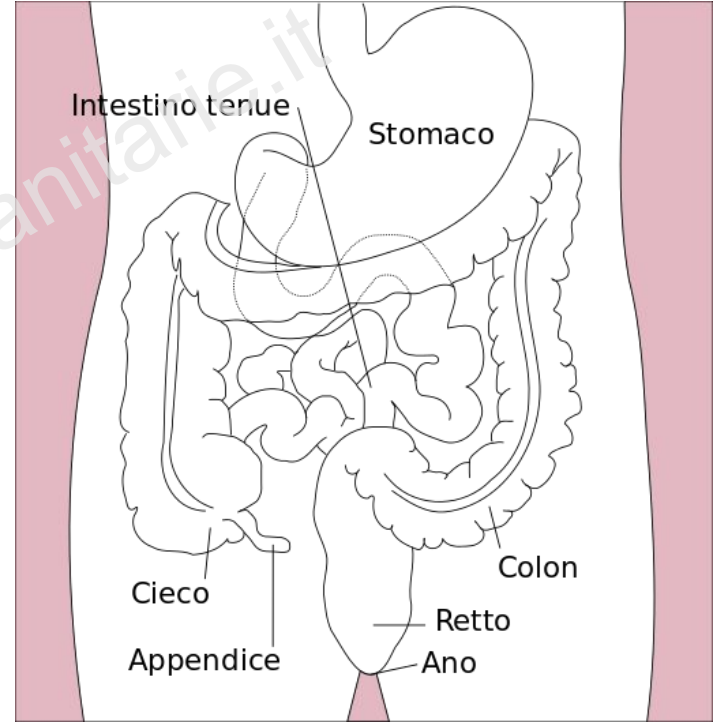
Insomma ... ovunque ci giriamo troviamo batteri, in grandissima quantità. Per esempio sulle mani ne ospitiamo circa **150 specie diverse** (studio del 2008) e sembra che la loro diversità dipenda dal pH della pelle.



I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

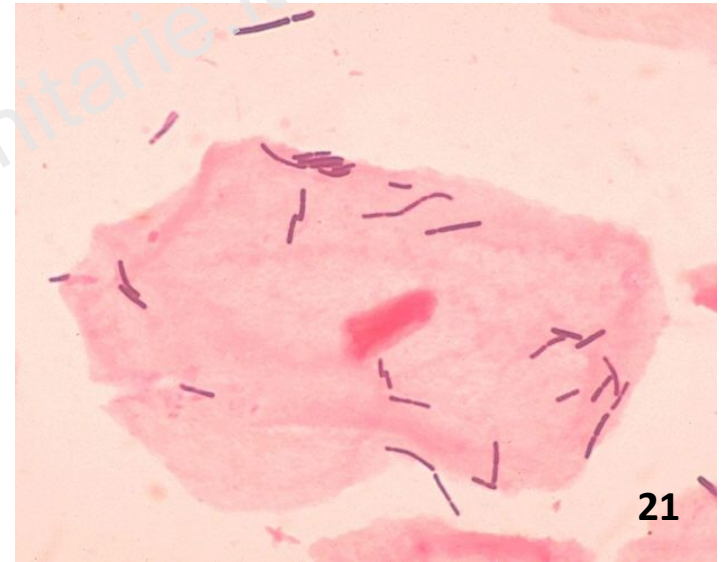
800, invece, sono in media le specie microbiche (non solo batteri dunque) che formano il microbiota intestinale.

Il tutto pesa da 1 a 1,5 chilogrammi. La sua composizione è variabile a seconda degli individui e delle popolazioni perché molto dipende dall'alimentazione.



I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

La composizione del **microbiota** intestinale è diversificata anche per quanto riguarda le vie metaboliche dei microbi che lo formano. L'80% infatti è fermentante (es: Lactobacillus e Bifidobacterium) mentre il 20% produce putrefazione (Clostridium ed Escherichia).



Lactobacillus acidophilus al microscopio ottico vicino a cellule dell'epitelio vaginale

I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

Il microbiota intestinale viene studiato con molto interesse al giorno d'oggi perché risulta sempre più evidente che quando è in equilibrio e con una popolazione adeguata garantisce il nostro stato di salute.

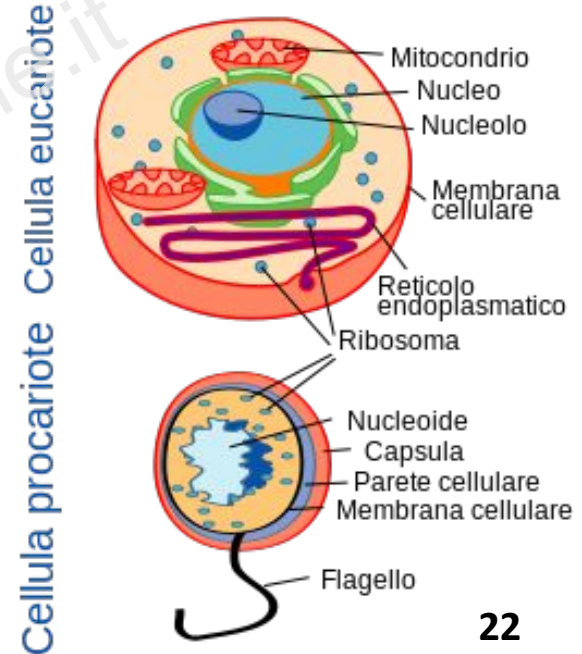
Vale la pena ricordare quanto sia importante introdurre con l'alimentazione una quota di batteri che possano passare indenni attraverso la barriera gastrica e raggiungere l'intestino (probiotici) e controllare anche l'apporto dei prebiotici, cioè di quegli alimenti che favoriscono la presenza e la crescita del microbiota.

I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

Alla fine la curiosità che viene è sapere qual è il rapporto tra cellule umane e cellule batteriche considerato il peso di batteri che portiamo con noi.

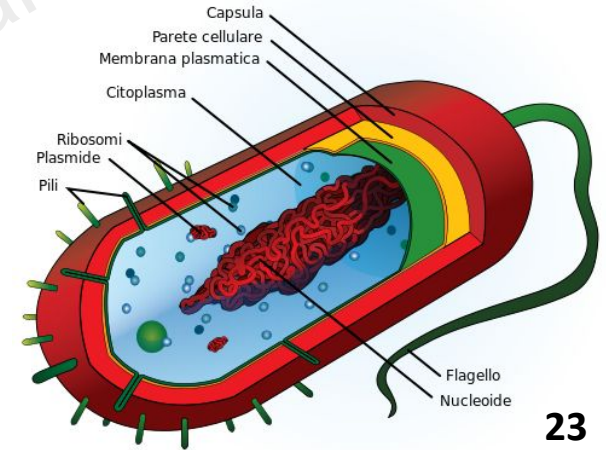
Nel 1977 Dwayne Savage affermava che il rapporto era 1:10, vale a dire una cellula umana contro 10 cellule batteriche.

All'inizio del 2016 uno studio (1) ha ridimensionato moltissimo queste stime iniziali.



I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

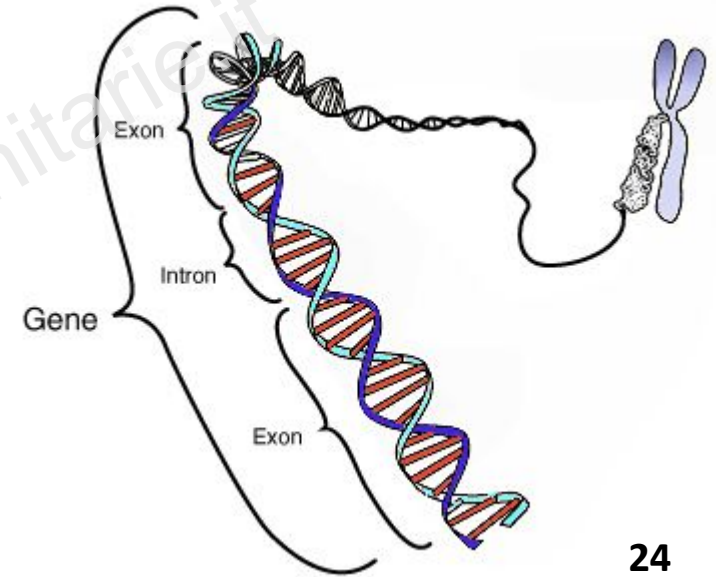
Facendo un conto più preciso e partendo dal volume intestinale (409 ml) e dalla quantità di batteri in 1 grammo di feci, un gruppo di studiosi ha definito in 30 trilioni le nostre cellule (1 trilione è pari a 1000 miliardi) e 39 trilioni le cellule batteriche. Un rapporto 1:1 più favorevole ai batteri. Ma siamo poi così sicuri del numero delle nostre cellule?



Cellula batterica

I MICROBI SULLA TERRA: e oggi?

Ancora più interessante poter confrontare i geni del genoma umano (3 miliardi e 200 milioni di coppie di basi azotate per circa 20.000 geni) con i geni di tutto il microbiota. Anche qui non c'è accordo. Si parte da 150/1 per arrivare a 500/1. Ovviamente il numero più grande è relativo ai batteri.



Relazione tra gene, DNA e cromosomi

**GLI ALTRI MICROBI.
MA QUALI SONO GLI ALTRI
MICROBI?**

I MICROBI SULLA TERRA: cosa sono i microbi?

I microbi non sono visibili ad occhio nudo e comprendono **batteri**, **virus**, **protozoi** e **funghi**.

Per maggiori dettagli e sapere quali sono quelli raffigurati nell'immagine di lato seguite il link:

<http://biotecnologiesanitarie.it/microbiologia/microrganismi.php>



I VIRUS DOVE LI TROVIAMO?

I MICROBI SULLA TERRA: i virus, dove li troviamo?

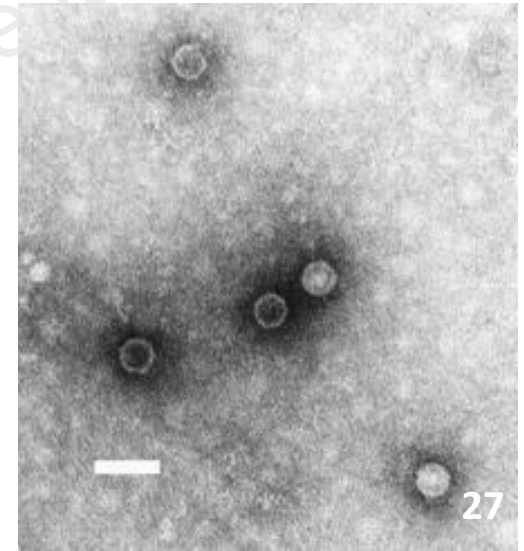
I virus sono **parassiti endocellulari obbligati**, recita la definizione. Sono formati da un acido nucleico, RNA o DNA, che è protetto da un involucro proteico chiamato capside.



Sezione di virus dell'influenza in cui si può notare l'acido nucleico interno e il rivestimento esterno. Foto al microscopio elettronico. Diametro=100nm

I MICROBI SULLA TERRA: i virus, dove li troviamo?

Essendo parassiti possono moltiplicarsi solo se entrano in una cellula.
E parassitano tutte le cellule viventi: dai batteri all'uomo.
Si trasferiscono da un ospite all'altro attraverso mezzi diversi e sono presenti in ogni matrice.
In altre parole sono dappertutto.



Virus della poliomielite

I PROTOZOI DOVE LI TROVIAMO?

I MICROBI SULLA TERRA: i protozoi, dove li troviamo?

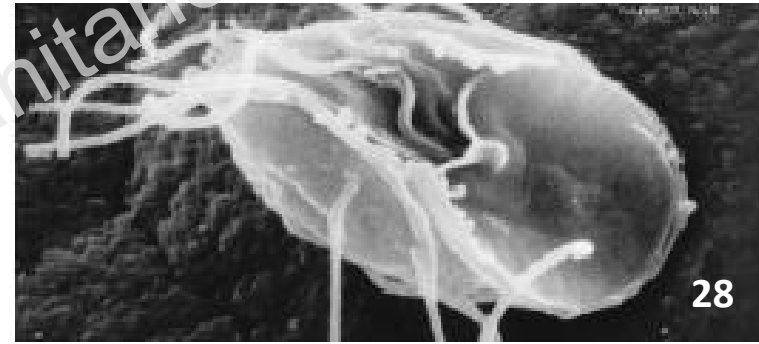
I protozoi, o meglio protisti, sono **organismi unicellulari** che cercano ambienti umidi per la loro sopravvivenza.

Moltissimi conducono vita libera.

In qualche caso vivono all'interno di altri organismi. Come la **Giardia lamblia** che vedete di lato.

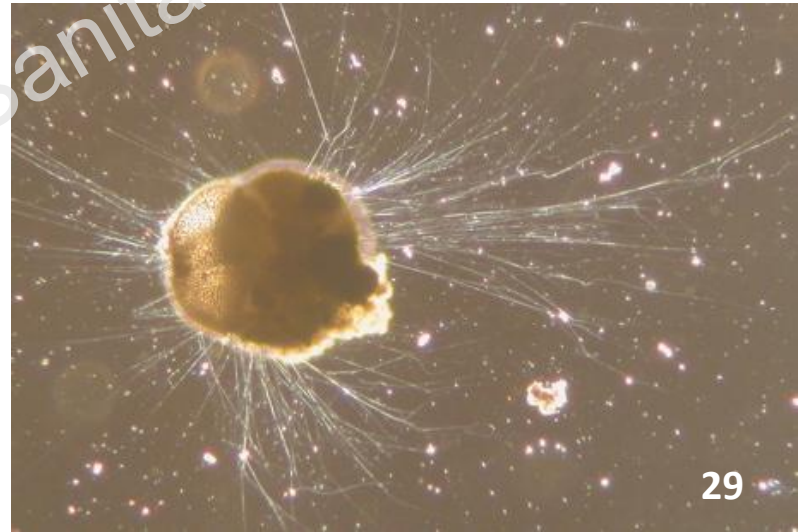
A volte hanno un ciclo vitale complesso con più ospiti.

Costituiscono una grossa parte del plancton.



I MICROBI SULLA TERRA: i protozoi, dove li troviamo?

A parte i casi di protozoi patogeni, la maggior parte delle specie hanno un ruolo positivo nell'ambiente. Come questo **foraminifero** di lato con il suo guscio calcareo che fa parte del benthos e che alla morte si deposita sul fondo marino contribuendo alla formazione dei sedimenti insieme agli organismi del plancton.



Ammonia tepida

I FUNGHI DOVE LI TROVIAMO?

BioTecnologieSanitarie.it

I MICROBI SULLA TERRA: i funghi, dove li troviamo?

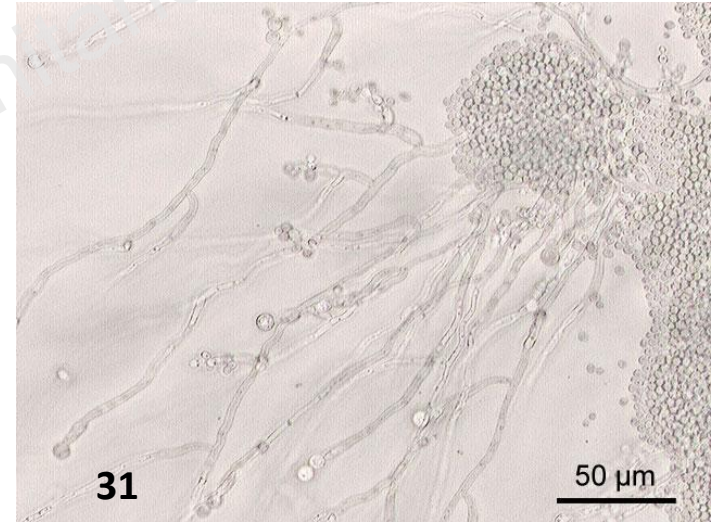
Quando sentiamo parlare di funghi l'immagine immediata che ci viene in mente è un bel cappello sorretto da un gambo. In altre parole il classico fungo commestibile o velenoso di cui potete vedere numerosi esempi nella foto di lato e che in genere popolano molti habitat.



I MICROBI SULLA TERRA: i funghi, dove li troviamo?

In realtà i funghi comprendono anche molte altre forme.

Per esempio organismi unicellulari come la **Candida albicans** di cui potete vedere una bella immagine al microscopio di lato, che vive da saprofita nella cavità orale, nell'apparato gastrointestinale e nella vagina.



I MICROBI SULLA TERRA: i funghi, dove li troviamo?

O organismi pluricellulari come le **muffe** che possono essere infestanti, un problema per la sicurezza alimentare. Oppure commestibili come quelle che servono ad aromatizzare alcuni formaggi. Classico esempio lo **Stilton** di lato o il nostro gorgonzola.



I MICROBI SULLA TERRA: i funghi, dove li troviamo?

E poi ci sono casi particolari come il fungo parassita **Botrytis cinerea**, la cosiddetta muffa grigia. Per ovvi motivi è un problema economico per i viticoltori quando attacca il raccolto provocando il marciume. Ciò si verifica quando il microclima della zona risulta ad alto tasso di umidità. Ma quando all'umidità subentra



Grappolo d'uva attaccato da
Botrytis cinerea

I MICROBI SULLA TERRA: i funghi, dove li troviamo?

... un periodo secco, lo stesso fungo produce il marciume nobile. Il tasso zuccherino non ne risente e si riescono a produrre vini da dessert molto particolari e richiesti dal mercato come il francese **Sauternes** della zona di Bordeaux

Sauternes e foie gras



I MICROBI SULLA TERRA: i funghi, dove li troviamo?

Vanno inoltre ricordati i funghi produttori di antibiotici. Si ritrovano in genere nel suolo ma anche in altri tipi di ambienti.

Tra tutti ricordiamo il **Penicillium chrysogenum** da cui si ricava la penicillina, capostipite degli antibiotici.



Penicillium chrysogenum coltivato su una piastra con terreno solido

CONCLUSIONI

BioTecnologieSanitarie.it

I MICROBI SULLA TERRA: conclusioni

E allora, dopo tutti questi esempi siamo proprio sicuri di essere noi uomini a dominare il mondo?



Oppure sono i microbi ad essere padroni del pianeta?

PHOTO CREDITS

- 1** Di AzunuakTarur - Opera propria, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=42162450>
- 2** By Didier Descouens - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15944367>
- 3** Di Paul Harrison - Photograph taken by Paul Harrison (Reading, UK) using a Sony CyberShot DSC-H1 digital camera., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=714512>
- 4** Par C Eeckhout — Photograph taken by C. Eeckhout. Noter la turbidité et couleur verte de l'eau qui montre la présence de nutriment, et la faible déclivité du substrat qui expose le milieu à une intense insolation, mais l'absence d'algues fertes sur les structures biogènes que sont les stromatolites (dites "trombolites" en Australie), CC BY 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3358129>
- 5** Di Ciaurlec - Opera propria, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12405442>
- 6** Di NASA - <http://web.archive.org/web/2/curator.jsc.nasa.gov/antmet/marsmets/alh84001/ALH84001-EM1.htm>, Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=229231>
- 7** By NASA - Cropped from TIFF image from [<http://www.solarviews.com/cap/ast/gaspra3.htm> Solarviews.com, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2131073>
- 8** Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1030847>
- 9** By NASA — Marshall Space Flight Center - <http://solarscience.msfc.nasa.gov/SolarWind.shtml>, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=42744724>

PHOTO CREDITS

10 Di Original uploader was Maxcip at it.wikipedia - Transferred from it.wikipedia; transfer was stated to be made by User:maxcip.,

Publico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18442255>

11 Di NASA - en:Image:Halobacteria.jpg(Taken from [1]), Publico dominio,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2979987>

12 By Jim Peaco, National Park Service -

<http://www.nps.gov/features/yell/slidefile/thermalfeatures/hotspringsterraces/midwaylower/Images/17708.jpg> transferred from the English Wikipedia, original upload 1 April 2004 by ChrisO, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=326389>

13 By P. Rona - NOAA Photo Library, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=262511>

14 By Carol Stoker, NASA - ACD03-0051-13 from <http://www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/2003/03images/tinto/tinto.html>, Public Domain,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4359761>

15 By Brettjbaker at English Wikipedia - Own work by the original uploader, Public Domain,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=27101662>

16 By Rotational - Own work, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4587362>

17 By NASA - http://daac.gsfc.nasa.gov/oceancolor/scifocus/oceanColor/sulfur_plume.shtml, Public Domain,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4612971>

PHOTO CREDITS

18 Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=450281>

19 By Evan-Amos - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18948673>

20 Di Stomach_colon_rectum_diagram_it.jpg: Pap00Stomach colon rectum diagram.svg: User:Henry W.

Schmittderivative work: Radio89 This SVG image was created by Medium69.Cette image SVG a été créée par Medium69.Please credit this : William Crochot - Questo file deriva da Stomach colon rectum diagram it.jpg:, Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22431932>

21 Di Photo Credit: Janice CarrContent Providers(s): CDC/Dr. Mike Miller - This media comes from the Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library (PHIL), with identification number #1048.Note: Not all PHIL images are public domain; be sure to check copyright status and credit authors and content providers.English | Slovenščina | +/-, Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=640855>

22 Di Gia.cossa > Mortadelo2005 > SciencePrimer (National Center for Biotechnology Information) - own edit (and Italian translation) of Image:Celltypes.svg, SVG version of Image:Celltypes.png, Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3761433>

23 Di Giac83's edit of Image:Average prokaryote cell- en.svg by LadyofHats - edit of Image:Average prokaryote cell- en.svg by LadyofHats, Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3793180>

24 Di Courtesy: National Human Genome Research Institute - [1] (file), Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=212144>

25 Composizione di immagini. Controllare i relativi Photo credits al seguente indirizzo:

<http://biotecnologiesanitarie.it/microbiologia/microrganismi.php>

PHOTO CREDITS

- 26** CDC/ Erskine. L. Palmer, Ph.D.; M. L. Martin
- 27** Domaine public, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=211466>
- 28** Pubblico dominio, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=57229>
- 29** Di L'utente che ha caricato in origine il file è stato Safay di Wikipedia in inglese - Trasferito da en.wikipedia su Commons., CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3375208>
- 30** Di TermininjaMarkusHagenlocher (File:Flaschenstäubling.jpg)Stu's Images (File:Amanita muscaria UK.JPG)James Lindsey (File:Elaphocordyceps ophioglossoides - Lindsey 2.jpg)Paul Derbyshire (Twizzler) (File:Bisporella citrina 59079.jpg)JJ Harrison (File:Cortinarius archeri.jpg)Walter J. Pilsak (File:Schoenfussroehrling.jpg)Dan Molter (File:Rhodotus palmatus2.jpg)Ecornerdropshop (File:Stumpfungus.jpg)JJ Harrison (File:Clavulinopsis corallinosacea.jpg)Amadej Trnkoczy (Amadej) (File:Hydnellum ferrugineum 59267.jpg)Szabi237 (File:Suillus grevillei2.JPG)JJ Harrison (File:Mycena interrupta.jpg)Andreas Kunze (File:2011-04-30 Morchella esculenta.jpg)Arz (File:Aleuria aurantia.JPG)Strobilomyces (File:Chanterelle Cantharellus cibarius.jpg)John Carl Jacobs (JcJacobs) (File:Leotia viscosa 57215.jpg)James Lindsey (File:Pterula.subulata-.lindsey.jpg)Zonda Grattus (File:Lacc.lacc.jpg) - Agaricaceae(Lycoperdon perlatum)Amanitaceae(Amanita muscaria)Geoglossaceae(Geoglossum umbratile)Helotiaceae(Bisporella citrina)Cortinariaceae(Cortinarius archeri)Boletaceae(Boletus calopus)Physalacriaceae(Rhodotus palmatus)Polyporaceae(Trametes versicolor)Clavariaceae(Clavulinopsis corallinosacea)Bankeraceae(Hydnellum ferrugineum)Suillaceae(Suillus grevillei)Mycenaceae(Mycena interrupta)Morchellaceae(Morchella esculenta)Pyronemataceae(Aleuria aurantia)Cantharellaceae(Cantharellus cibarius)Leotiaceae(Leotia viscosa)Pterulaceae(Pterula subulata)Hydnangiaceae(Laccaria laccata), CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23848535>
- 31** Di Y tambe - Y tambe's file, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=124722>
- 32** Di Dominik Hundhammer (User:Zerohund) - Opera propria, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45716>

PHOTO CREDITS

- 33** Di Nessun autore leggibile automaticamente. T.o.m.~commonswiki presunto (secondo quanto affermano i diritti d'autore). - Nessuna fonte leggibile automaticamente. Presunta opera propria (secondo quanto affermano i diritti d'autore)., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=384797>
- 34** By Laurent Espitallier from France - Sauternes & Foie gras, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3397250>
- 35** By Crulina 98 - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8406610>
- 36** CCO Publi Domain - via Pixabay.com
- 37** Di Maulucioni basado en imágenes de Commons - Opera propria, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=23833477>

SITOGRAFIA

- 1** <http://biorxiv.org/content/early/2016/01/06/036103.article-metrics>