



Il superorganismo
che ricicla cellulosa:
la società delle
TERMITI

Lara Maistrello

Università di Modena e Reggio Emilia
lara.maistrello@unimore.it

TERMITI ???

- ❑ sono come i tarli o le tarme ❖ FALSO!
- ❑ sono formiche bianche ❖ FALSO!
- ❑ vivono solo in aree tropicali ❖ VERO/FALSO
- ❑ costruiscono enormi nidi ❖ VERO/FALSO
- ❑ mangiano legno ❖ VERO, ma... non solo!
- ❑ sono dannosissime! ❖ VERO, ma per pochissime specie
- ❑ sono inutili per l'uomo ❖ FALSO!
- ❑ alle termiti piace il ROCK! ❖ VERO!!!
 - "Ingegneri" degli ecosistemi
 - Modelli di biomimetismo sostenibile per:
 - produzione efficiente di energia
 - architettura eco-compatibile

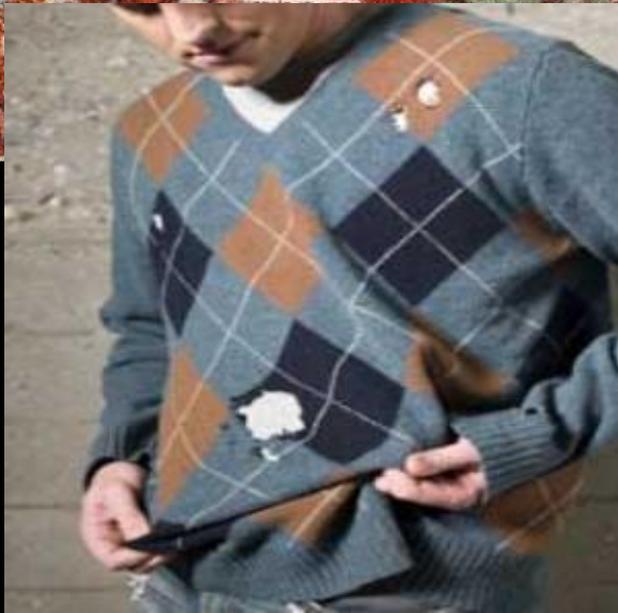
TARME

(Lepidotteri Tineidi):
attaccano tessuti in fibre
naturali (lana, seta, pelli ecc.).

TARME, TARLI, TERMITI



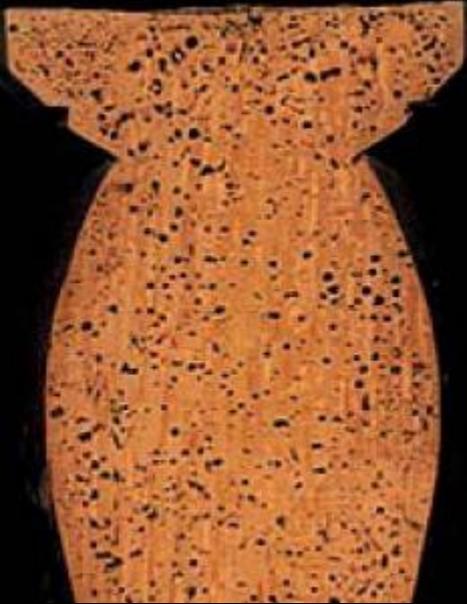
Tineola bisselliella



TARME, TARLI, TERMITI



Anobium punctatum
(adulto e larva)



TARLI (COLEOPTERA)

- All'esterno visibili fori di sfarfallamento
- Rosume entro e/o fuori le gallerie

TERMITI (ISOPTERA)

- Legno consumato dall'interno
- No fori, ne rosime all'esterno

Formica ALATI- REALI Termite

- Antenne genicolate



- Restringimento a metà corpo (addome peduncolato)
- Ali dissimili nella forma/dimensioni/venature
- Nessun moncone di ali (dopo il volo nuziale)

- Antenne non genicolate



- Nessun restringimento (addome sessile)
- Ali identiche nella forma/dimensioni/venature
- Presenti monconi di ali (dopo il volo nuziale)

- Antenne genicolate

- Addome peduncolato

- Colore scuro



OPERAIE



- Antenne non genicolate

- Addome sessile

- Colore chiaro

COLONIA di TERMITI

INSETTI SOCIALI



Definizione di **EUSOCIALITÀ** (E. O. Wilson):

- Collaborazione nella cura della prole
- Divisione del lavoro: individui sterili operano a vantaggio di altri fertili
- Sovrapposizione di almeno due generazioni che contribuiscono al lavoro della colonia e alle cure parentali

IL SUPERORGANISMO COLONIA DI TERMITI



ALATI/REALI:
riproduzione,
dispersione

FERTILI

OPERAI: nutrizione, cura
del nido e dei compagni

STERILI

SOLDATI:
difesa

STERILI

NIDO: protezione, omeostasi, fortificazione

Come nasce e si sviluppa una colonia di TERMITI



Alati maschi e femmine,
pronti per la sciamatura



Reali veri:
re e regina



Uova ->
stadi
giovanili

ETEROMETABOLIA



LAVORO "GIOVANILE"



Reali di sostituzione

SOCIETÀ BISESSUALE



Ninfa



Operaia



Soldato

RE E REGINA nelle colonie di termiti: Unico caso di vita “coniugale” tra gli insetti

- Dimensioni: fino a 14 cm di lunghezza
- Età: fino a 30-50 anni
- N°uova/giorno= 30mila
- N°uova/vita = circa mezzo miliardo

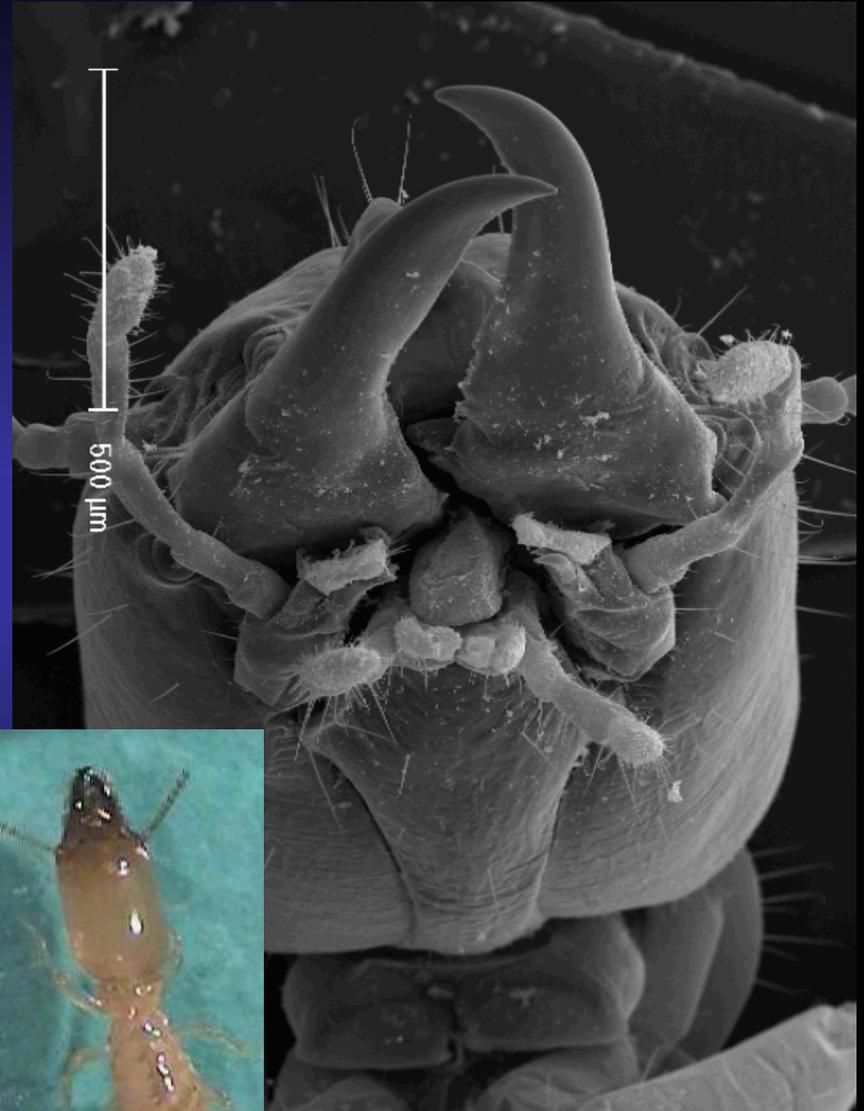
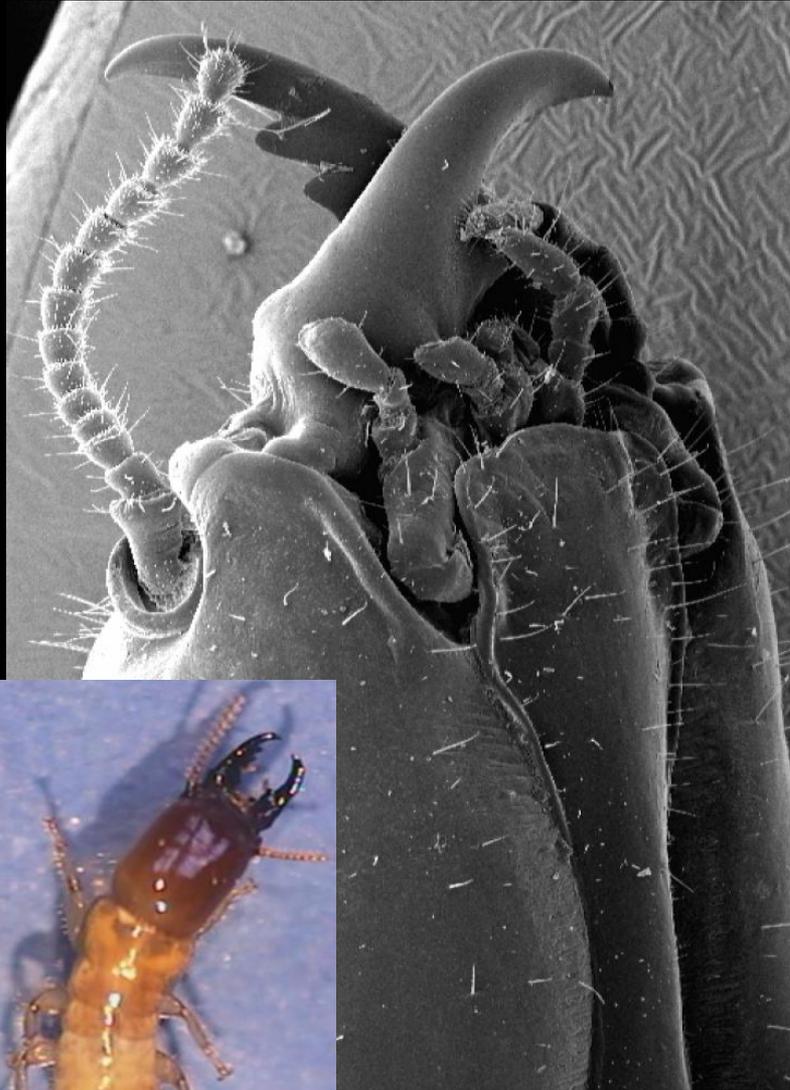


Regine “fisogastriche”

Problema:
RIPRODUZIONE

SOLDATI

Problema: Difendere la colonia
Soluzioni: ...a colpi di mandibole



Kaloterмес flavicollis



Reticuliterмес lucifugus

OPERAIE

- 1) Attaccare il substrato alimentare
- 2) Ricavare nutrimento
- 3) Occuparsi del nido
- 4) Nutrire i compagni



Soluzione:

- Adattamenti dell'apparato boccale, masticatore
- Adattamenti comportamentali

180 milioni di anni fa

Comparsa delle termiti:
EUSOCIALITÀ





ANTENATI delle TERMITI:
simili a blatte xilofaghe che
vivono in gruppi familiari
Cryptocercus spp.



Blatte xilofaghe: subsociali

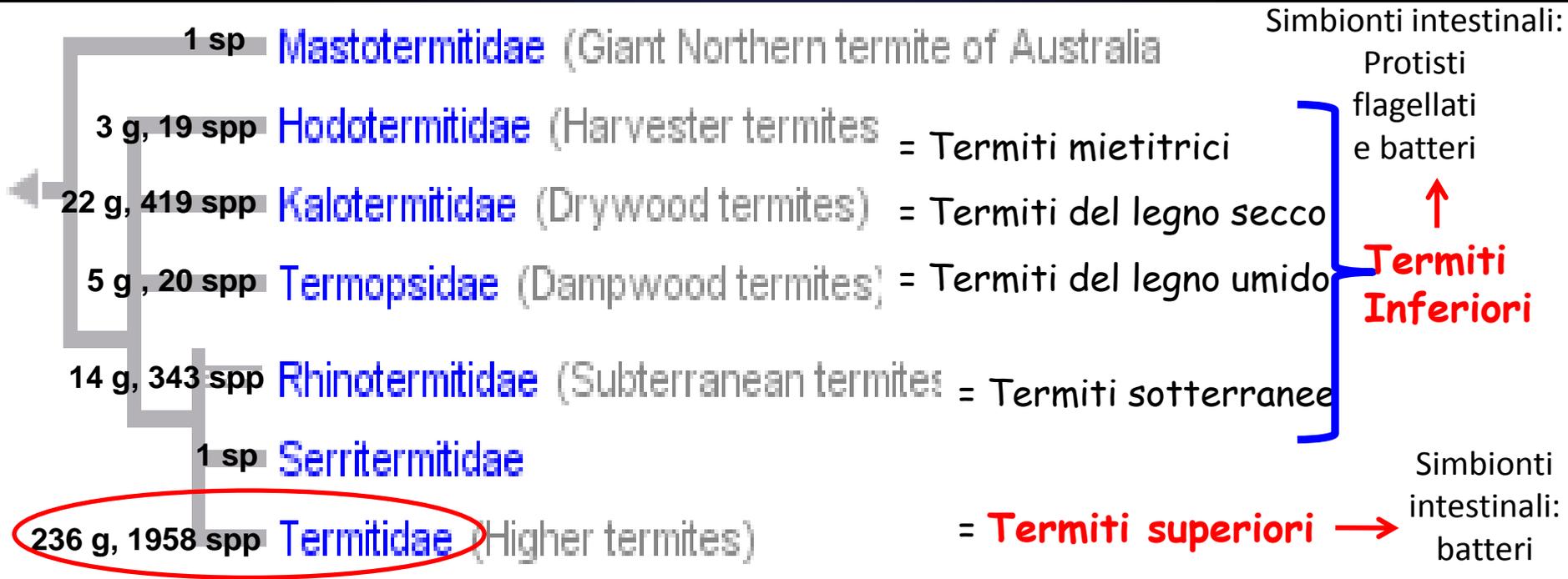


Termiti: eusociali



CLASSE: INSECTA ORDINE: BLATTODEA

EPIFAMIGLIA: TERMITOIDEA



Attualmente: 2600 specie

>> fascia tropicale-subtropicale in cui rappresentano:

- 10-30% biomassa animale
- 95% insetti del suolo

➤ Circa 200 specie rivestono interesse economico (ambito urbano, ed agro-forestale); 80 specie provocano danni ingenti (per il 90% si tratta di termiti sotterranee)

Termiti: gruppi tassonomici funzionali

Gruppo	Descrizione	Famiglie
I) Legno	Si nutrono di legno (morto o vivo) più o meno integro	Tutte le termiti inferiori
IIa) Mix legno, terriccio, microepifite	Ampio range di materiale vegetale vivo o morto, terriccio, microepifite (licheni, muschi e alghe sulla corteccia di alberi)	Alcune specie di Termitidae
IIb) Funghi	Si nutrono allevando funghi del genere <i>Termitomyces</i>	Termitidae, Subfam. Macrotermitinae
III) Terriccio	Termiti che foraggiano su detriti vegetali estremamente degradati e terriccio con elevato contenuto di sostanze organiche	Alcune specie di Termitidae
IV) Terreno	Termiti che si nutrono di terreno minerale con basso contenuto organico	Alcune specie di Termitidae

Biogeografia globale delle termiti

23 ecosystems representing 5 distinct biomes

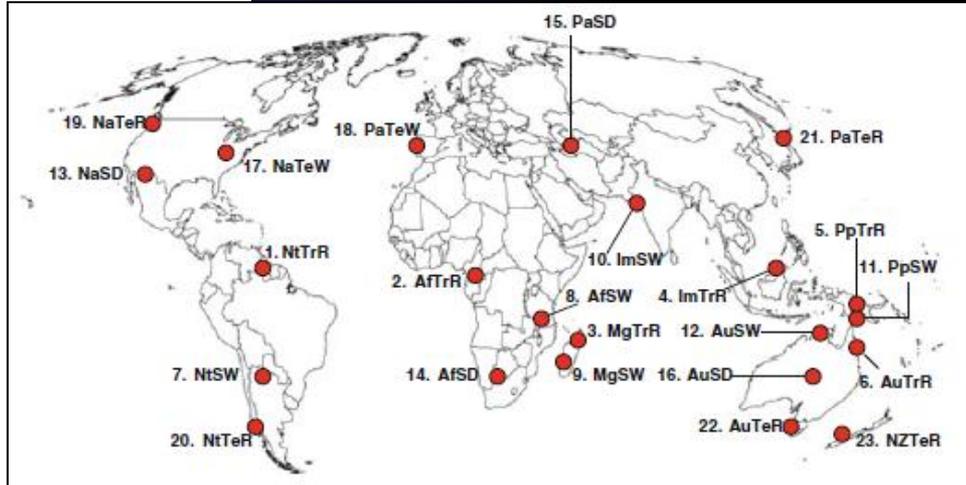
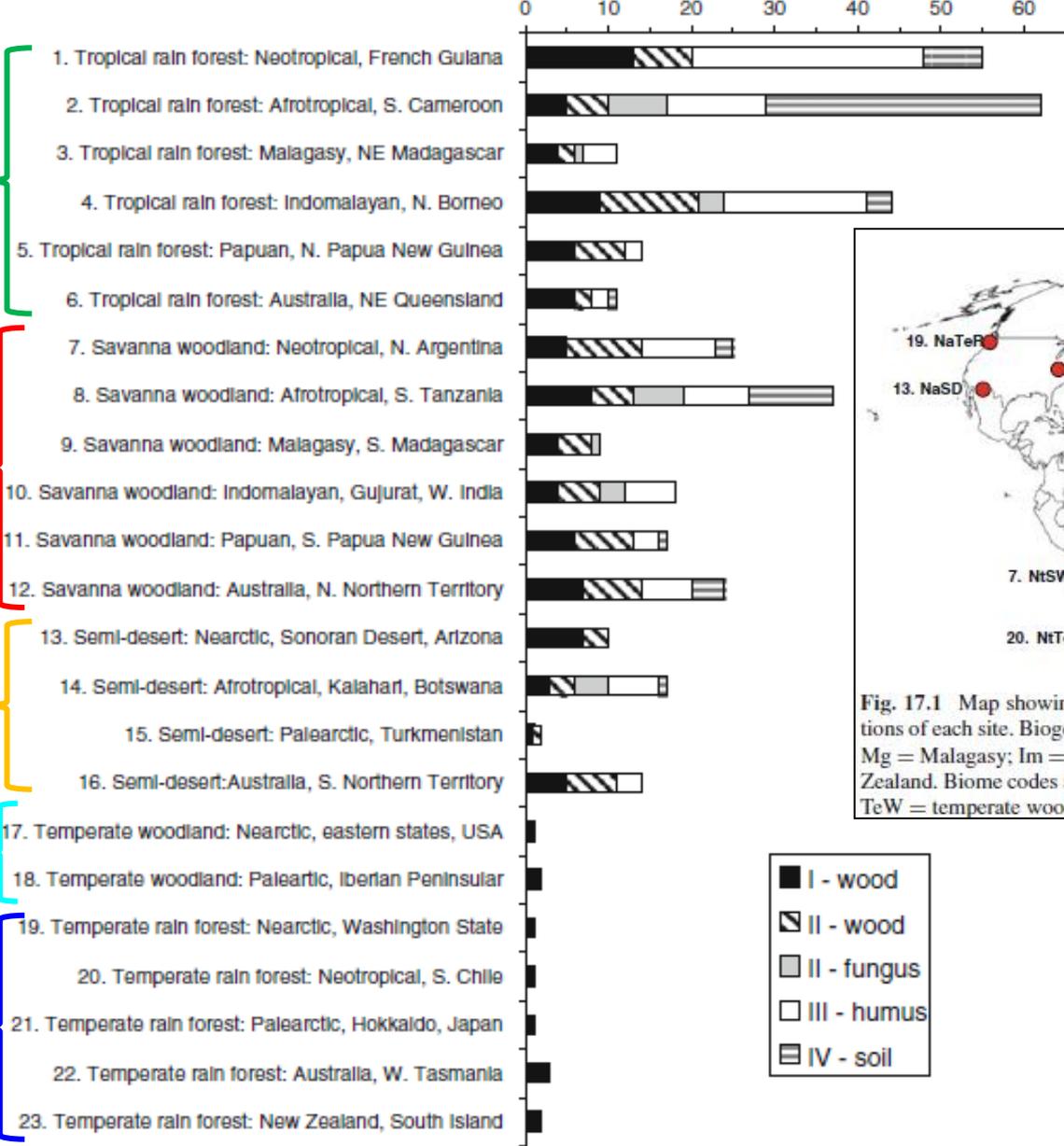
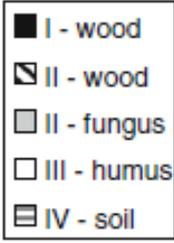


Fig. 17.1 Map showing the location of the 23 exemplar ecosystems. See Table 17.2 for descriptions of each site. Biogeographical codes are: Nt = Neotropical; Na = Nearctic; Af = Afrotropical; Mg = Malagasy; Im = Indomalayan; Pa = Palaearctic; Pp = Papuan; Au = Australian; NZ = New Zealand. Biome codes are: TrR = tropical rain forest; SW = savanna woodland; SD = semi-desert; TeW = temperate woodland; TeR = temperate rain forest



➤ Le termiti che si nutrono di terra sono il 67% di tutte le termiti

Fig. 17.2 Number of genera and feeding groups in termite assemblages at the 23 exemplar sites



Grazie alla fotosintesi ogni anno nella biosfera si producono circa 136×10^{15} g di materiale vegetale secco (lignocellulosa), che rappresenta la forma di biomassa più abbondante della terra
...circa 1/3 di questa materia viene divorata dalle termiti!

Digestione di lignocellulosa nelle termiti inferiori

GHIANDOLE SALIVARI
INTESTINO MEDIO

Cellulasi
endogene

Digestione
cellulosa amorfa

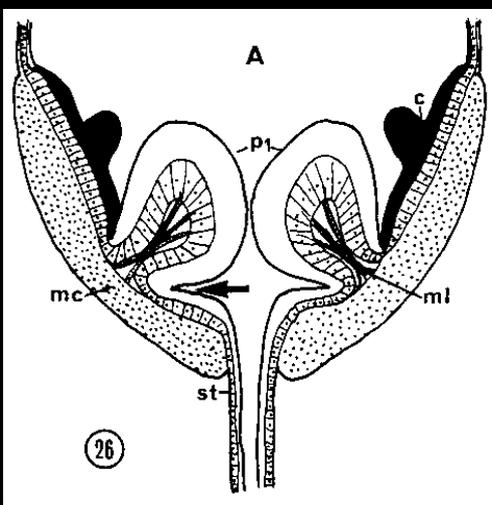
Cellulosa (28-50%)
Emicellulose (20-30%)
Lignina (18-30%)

Laccasi
endogene

Digestione
lignina

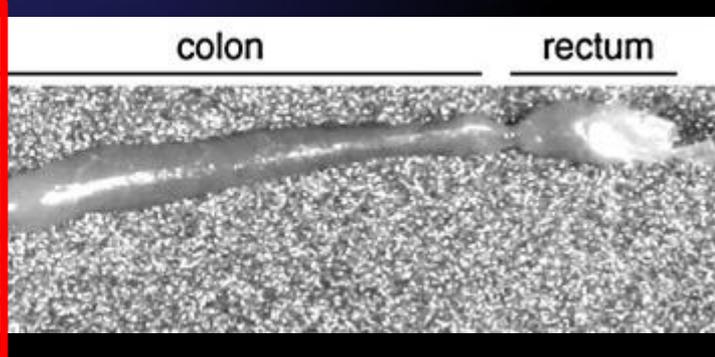
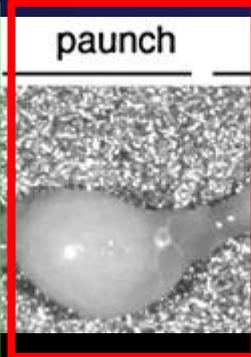
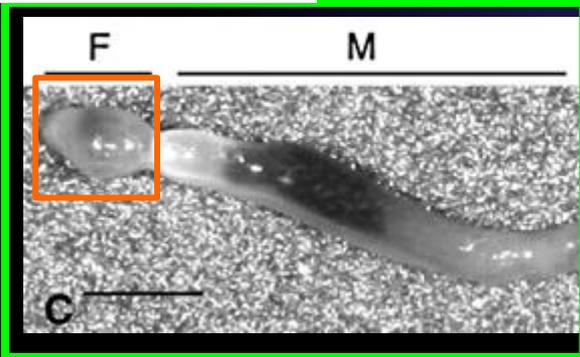
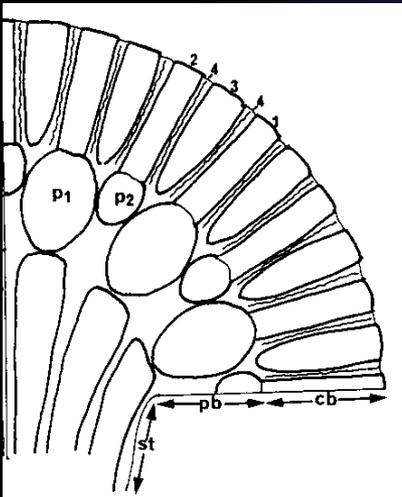
CELLULOSA CRISTALLINA
EMICELLULOSE

???



VENTRIGLIO

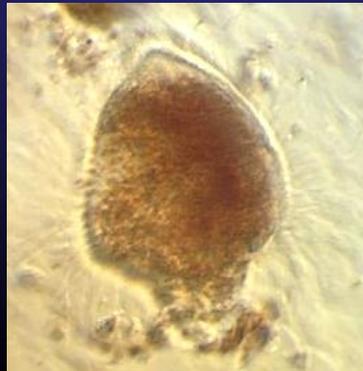
Particelle
di legno di
20-10 μm



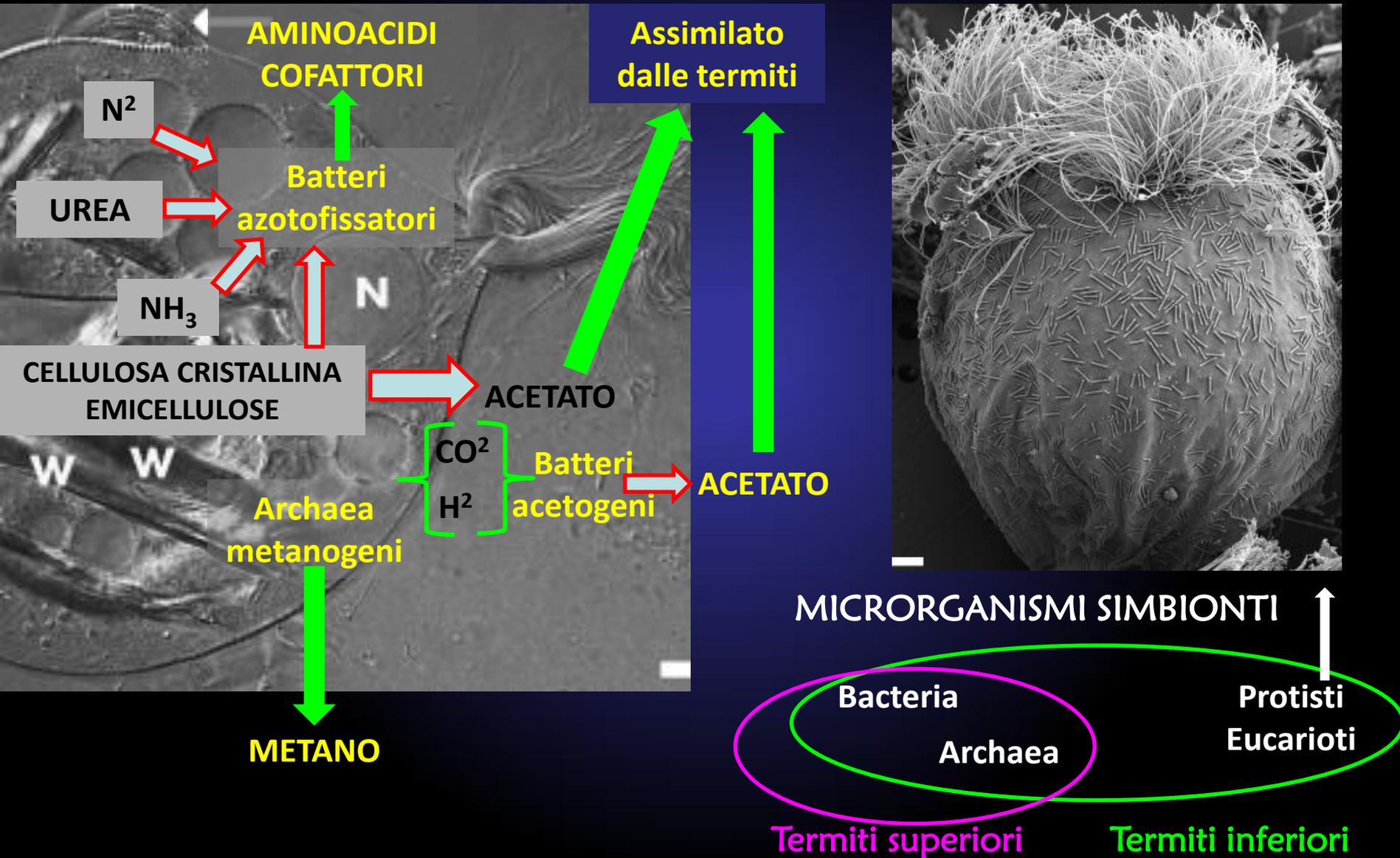
Problema:
Ricavare nutrimento

- Comunità simbiote:**
- 50-60% peso dell'ospite
 - mutualismo obbligato
 - associazioni specie-specifiche
 - coordinazione ospite-microrganismi

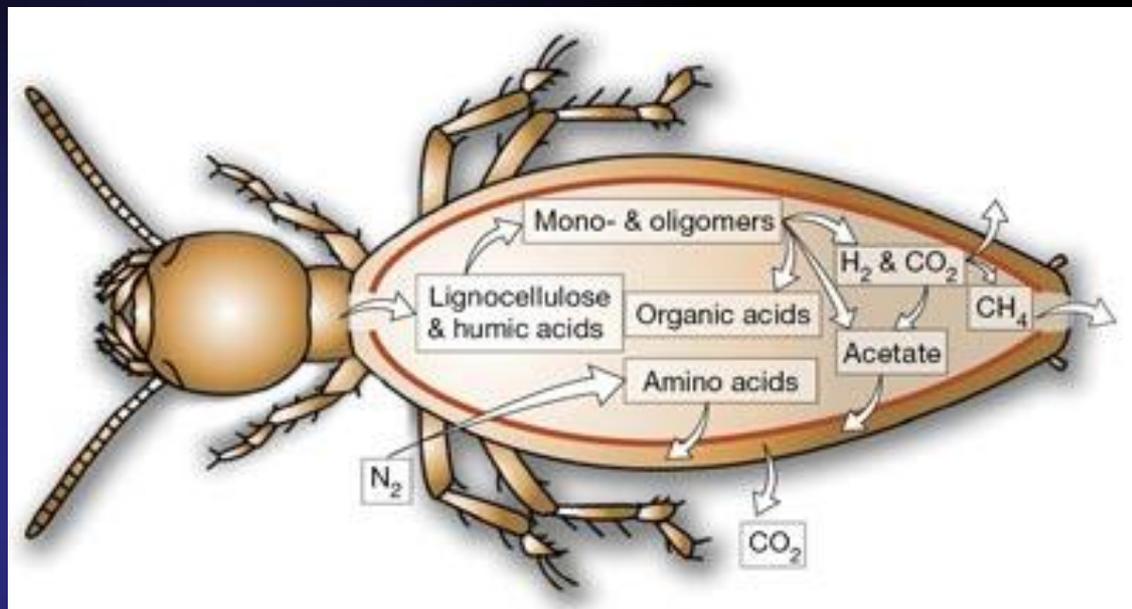
Soluzione:
Simbiosi obbligata con microorganismi (protisti e/o batteri)



Le termiti e i microrganismi nel loro intestino: una coevoluzione per utilizzare/riciclare la cellulosa ...e non solo!



BIO-MIMETISMO - 1: L'intestino delle termiti come modello per la produzione efficiente ed economica di biocombustibili



L'intestino delle termiti è il più efficiente bio-reattore in natura: può convertire fino al 99% della ligno-cellulosa ingerita in energia prontamente utilizzabile

- Identificare i geni (dei microrganismi) che codificano per gli enzimi responsabili a diversi livelli del processo di degradazione della cellulosa
- Applicazione delle conoscenze su scala industriale per ottenere energia in modo più efficiente ed economico



Trofallassi proctodeale

Problema:
Nutrire i compagni

Soluzione:
TROFALLASSI



Trofallassi stomodeale

Problema di tutti i membri di una colonia:
Comunicare in modo efficiente

- Riconoscere i compagni di nido
- Mantenere la coesione sociale
- Regolare le proporzioni delle caste nella colonia
- Dare l'allarme in caso di pericolo
- Trovare il cibo
- Reclutamento
- Trovare il partner sessuale



Problema: Comunicazione tra membri di una colonia



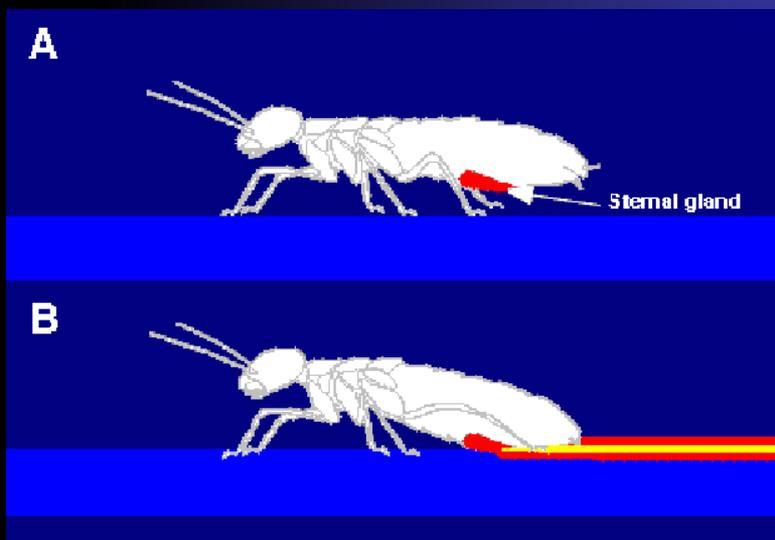
Soluzioni:

Visiva

Chimica

Tattile

...



Soluzioni: VIBRO-ACUSTICA

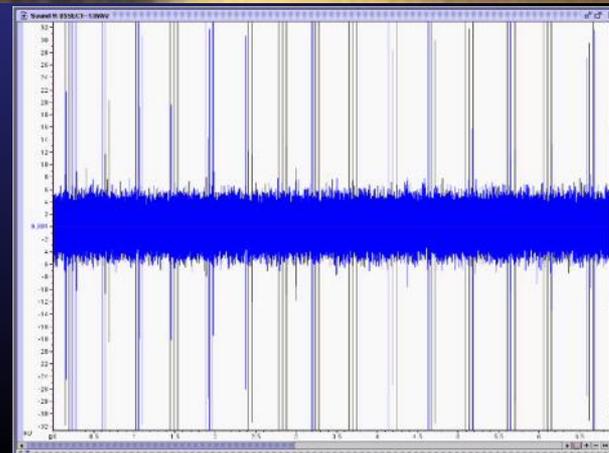
Adattamenti strutturali e comportamentali per:

- a) emettere
- b) ricevere vibrazioni

Emissione vibrazioni:

➤ "Head-banging" contro il substrato = forte segnale di allarme: EFFETTO CENTRIPETO

➤ "Jerking" (vibrazione del corpo) sul posto = allarme patogeni: EFFETTO CENTRIFUGO



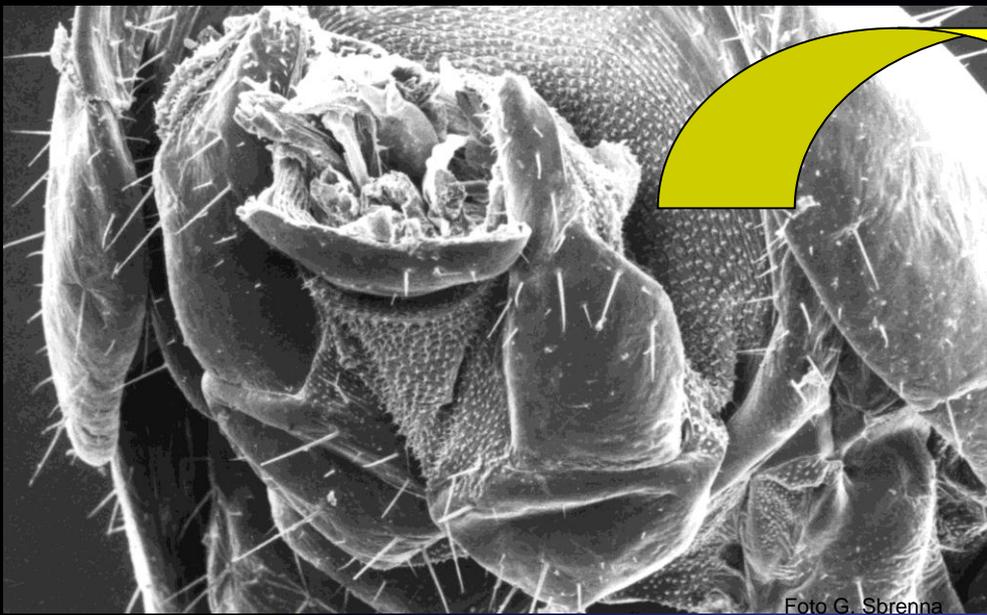


Foto G. Sbrenna

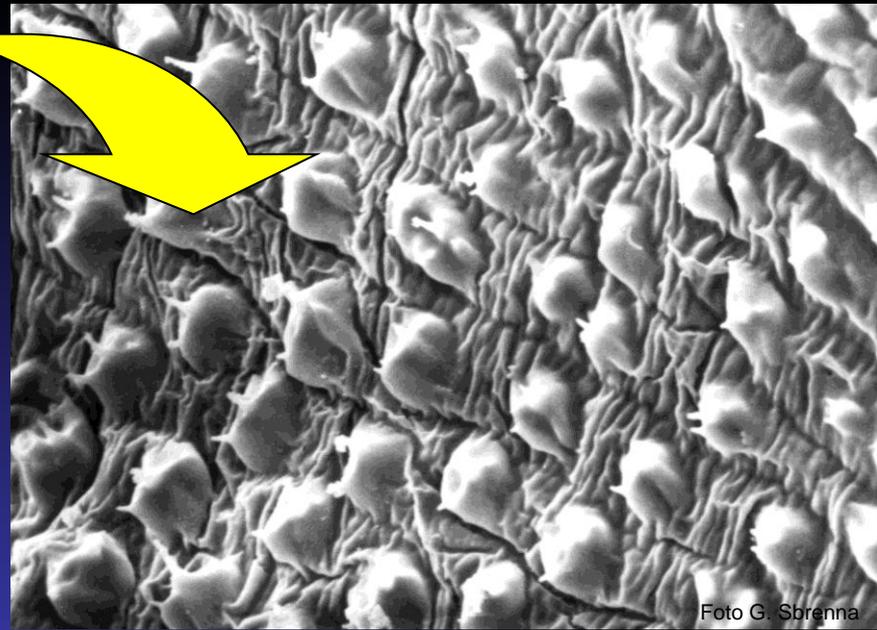


Foto G. Sbrenna

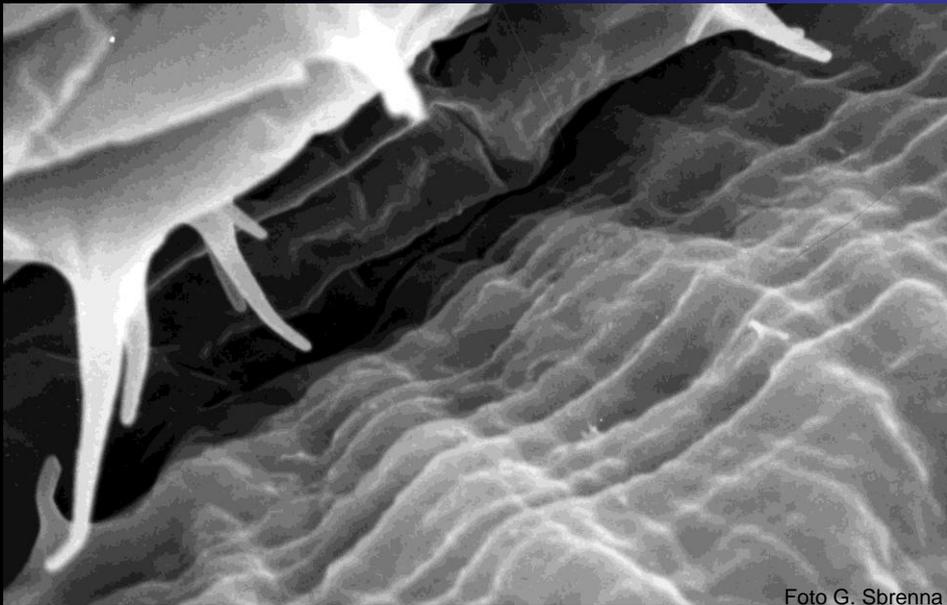


Foto G. Sbrenna

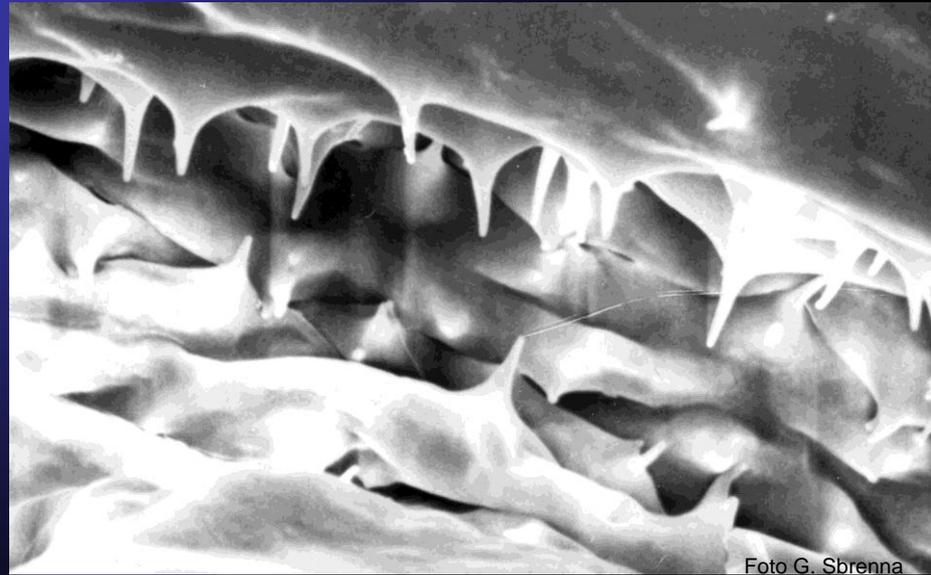


Foto G. Sbrenna

Emissione vibrazioni: • Sfregamento di zone "stridulatorie" associato a movimenti vibratori del corpo



Soluzioni: VIBRO-ACUSTICA

Adattamenti strutturali e comportamentali per:

a) emettere

b) ricevere vibrazioni

Ricezione:

Strutture specializzate sulla base delle antenne e nelle tibie

➤ Capacità di valutare le dimensioni di potenziali sorgenti alimentari sulla base delle vibrazioni emesse dal substrato durante la nutrizione



Evans, T. A., Lai, J. C. S., Toledano, E., McDowall, L., Rakotonarivo, S. & Lenz, M. 2005 Termites assess wood size by using vibration signals. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 102, 3732–3737. (doi:10.1073/pnas.

➤ Capacità di intercettare i segnali prodotti da altre specie di termiti per evitare la competizione per il substrato

Proc. R. Soc. B (2009) 276, 4035–4041

Termites eavesdrop to avoid competitors

Theodore A. Evans^{1,*}, Ra Inta^{1,2,†}, Joseph C. S. Lai², Stefan Prueger², Nyuk Wei Foo², Eugene Wei'en Fu² and Michael Lenz¹

Alle termiti la musica ROCK piace... DA MORIRE!!!

Rock 'n' Roll Poison To Termites?

THE MIAMI NEWS 15-A
Wed., Sept. 18, 1968

only our name is Gostley

The Associated Press
SAN FRANCISCO — Will rock 'n' roll music bug a termite?
The preliminary answer is yes, says a pest control expert who is subjecting two groups of termites to large doses of rock 'n' roll at a local night club this month.

instead of feeding their larvae and queen as they should have been doing, said Miss Jeanne N. Collier, Bowelson's assistant who is working for a master's degree at the University of California at Davis.

band known as the Spooky Tooth, was upset even more. Apparently reacting to the stronger soundwaves from the visiting Britons, the termites in Group B were spurred to even greater activity and "appeared in danger of eating themselves out

of house and home," reported Miss Collier.
Dr. Bowelson — out of town at the time Miss Collier turned in her interim report — decided to conduct the experiment after some students showed him some rather nervous termites who

looked like they might have had too much rock 'n' roll.
A specialist in war against termites, he is seeking any way to undermine their social organization.

GROUP B, subjected to the vibrations of a British rock

With the experiment a little more than half completed, Dr. Trenchard Bowelson, an entomologist who operates a pest control consultant's service at Davis, Calif., reports through his assistant that:

GROUP A of the termites, exposed to the music of Steve Miller's blues band at the Matrix Club, were spurred to "increased activity," such as foraging and eating.

They neglected their family life, and kept on eating

Chemical Mace Vs. A Skunk

The Associated Press
SAN ANTONIO, Tex. — Patrolman Robert Rudewick, armed with Chemical Mace, confronted a skunk armed with his own spray device.

Rudewick, answering a call to get the skunk out of a garage, fired the Mace. The skunk did his thing. Fuming in more ways than one, Rudewick drew his service revolver and put the skunk out of business.



Nidi di “cartone” e “cemento”

TERMITAI



Materiale:

Impasto di saliva,
feci e terriccio

Igiene:

Rimozione rifiuti,
composti
antimicrobici

TERMITAI

Macrotermitinae



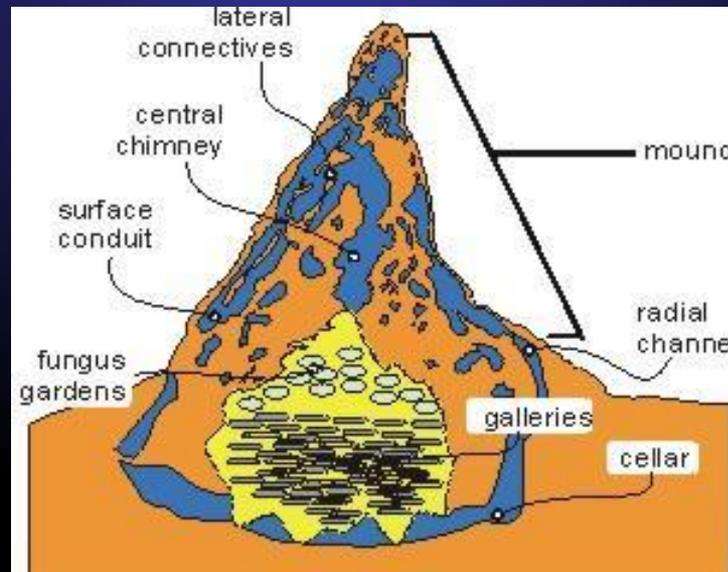
BIO-MIMETISMO - 2: Architettura & ingegneria edile sostenibile

L'architettura delle termiti: il modello ideale per case umane sostenibili

- Camera nuziale
- Celle di allevamento
- Dispense e/o giardini
- Aria condizionata
- Cimitero-Discarica
- Pista di decollo

PROGETTO TERMES
(Termite Emulation of Regulatory Mound Environments by Simulation):
digitalizzazione 3D della struttura interna di un termitaio per comprendere come applicare al meglio le sue caratteristiche nell'architettura ed ingegneria edile per realizzare edifici sostenibili.

- Protezione da nemici e condizioni ambientali ostili
- L'architettura, che è un compromesso tra scambio di gas e termoregolazione, rappresenta lo specifico adattamento alle condizioni ambientali locali.



Termiti & Agricoltura - 1: Distruttrici di raccolti

Danni da termiti in ambito agrario/forestale si registrano in particolare nelle regioni tropicali, ad opera di specie di Termitidae, Hodotermitidae, Rhinotermitidae, Kalotermitidae.



Kalotermes flavicollis - danni entro tronchi di vite

Possono essere attaccati alberi da frutto, cocco, palme, eucalipto, canna da zucchero, tutti i cereali, alcune leguminose, caffè, tè, cacao, cassava, yam e cotone, causando perdite significative di raccolto (fino al 20% in Africa).



Maistrello et al., 2010 - Seasonal trends in the social composition and inside-trunk distribution of *kalotermes flavicollis* (Isoptera: Kalotermitidae) colonizing grapevines. Environmental entomology. 39 (2): 295-302

Termiti & Agricoltura - 2: Ingegneri degli ecosistemi

Elevato impatto su pedogenesi, proprietà e funzioni dei suoli, soprattutto nella fascia tropicale-subtropicale, in particolare nelle zone aride-subdesertiche.



Elevata abbondanza (1×10^{18}) - fino al 30% della biomassa animale



Attività di scavo di gallerie sotterranee



Uso dei minerali per la costruzione dei nidi

- Incrementano la porosità e l'aerazione del suolo
- Aumentano l'infiltrazione e la capacità di ritenzione dell'acqua piovana
- Ridistribuiscono i nutrienti presso le radici delle piante
- Incrementano la fertilità del suolo

ARTICLE

Received 8 Oct 2010 | Accepted 24 Feb 2011 | Published 29 Mar 2011



Ants and termites increase crop yield in a dry climate

Theodore A. Evans¹, Tracy Z. Dawes², Philip R. Ward³ & Nathan Lo⁴

in a field experiment that ants and termites increase wheat yield by 36% from increased soil water infiltration due to their tunnels and improved soil nitrogen. Our results suggest that ants and termites have similar functional roles to earthworms, and that they may provide valuable ecosystem services in dryland agriculture, which may become increasingly important for agricultural sustainability in arid climates.

I suoli che sono ben popolati da termiti risultano meglio drenati, più stabili e con maggior ritenzione di acqua e del contenuto organico rispetto ai suoli depauperati per ragioni naturali o per cause legate all'uomo e alle sue attività.

The Times-Picayune

BUG WARS



 **HOME WRECKERS** PART 3 OF 3
How the Formosan termite is devastating New Orleans

BRAINS vs. BUGS

**Fighting
the
Formosan**

TIME *for a*
SHOWDOWN

IT IS A TREASURE BEYOND WORDS. But the French Quarter also is among the most termite-ridden neighborhoods on the planet. Now, with an unprecedented boost from the scientists and

A LOSING BATTLE

The New York Times

A Plague in New Orleans, With Jaws of Steel

MIETRO

THE WAR ON TERMITES

The dreaded Formosan termite is quietly taking over the city... from the inside out. The termites literally bring down houses and trees throughout the area. However, plans are in the works that could bring some of the problems under control.

SOME BASIC FACTS

Scientists on 'verge of being as smart'

MARDI GRAS TOWN TO TERMITES: "THE PARTY'S OVER"



SCIENCE | Every Tuesday
Discoveries
and More



Gnawing hunger pushes termite expansion

Coptotermes formosanus



...la più termite più distruttiva e temuta nel mondo!

\$\$\$\$\$ DANNI in USA \$\$\$\$\$

Costo dell'infestazione delle termiti in USA
(danni, riparazioni e misure preventive)



→ **3,5-5 MILIARDI \$\$ all'anno** ←

30% solo per New Orleans

Termiti & Uragani - 1

Nel 1992, l'uragano Andrew passò vicino a New Orleans, abbattendo circa 350 alberi...



...Dal sopralluogo risultò che il 30-50% degli alberi abbattuti era infestato dalle termiti formosane



The Times-Picayune

JUNE 10, 1996

EATEN
ALIVE



Nidi negli alberi vivi



C. formosanus infesta
oltre 50 specie di piante
vive, tra cui querce, aceri,
pini, faggi, noci pecan,
magnolie e cipressi.

**Formosane
tra le
rotaie...**



**...e dentro ai
pali della luce**



**Ispezione in
biblioteca...**

**...e nella mensa
di una scuola**





**Un armadietto
scolastico...**



**può diventare
...un opera d'arte!!!**

**A New Orleans esistono solo 2 tipi di case:
Quelle che hanno le termiti e ...quelle che le avranno!!!**



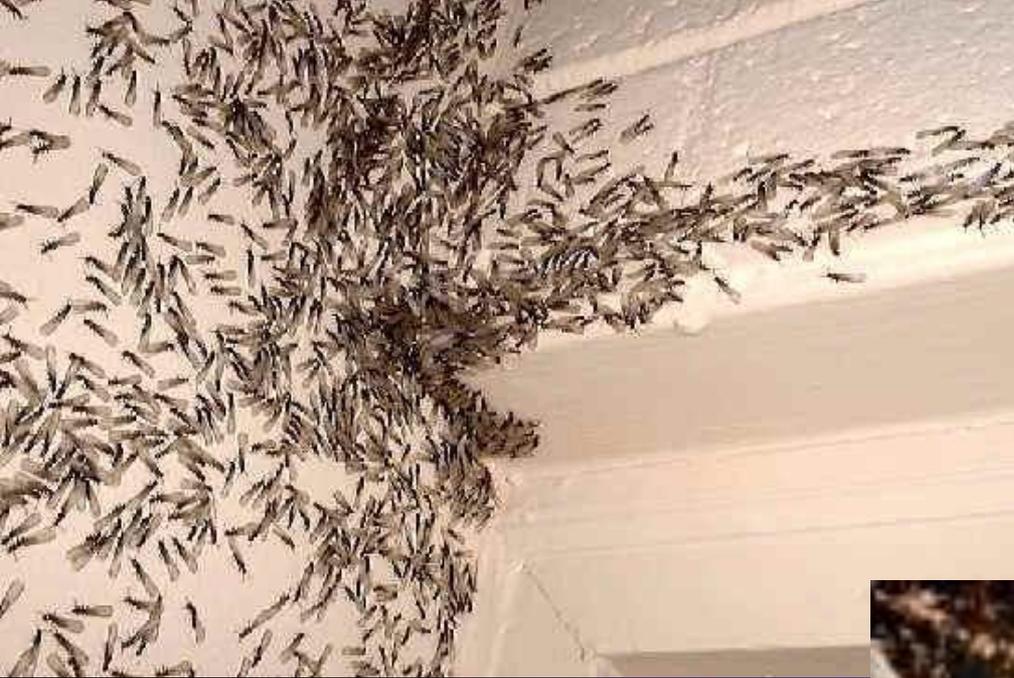
Nidi... nelle pareti di casa

**...una casa “solida” può essere resa inabitabile
nel giro di... 1-2 anni!**



SCIAMATURA di TERMITI a New Orleans





SCIAMATURA ...entro le case di New Orleans



The New York Times 2005
Student Journalism Institute

[Home](#)

[Staff](#)

[More News](#)

metro

Termites Swarm, Eat Away at Citizens' Patience

The Termite Menace in New Orleans: Did They Cause the Floodwalls to Tumble?

Termiti & Uragani - 2

Ruolo di *C. formosanus*
nell'inondazione di New Orleans
a seguito dell'uragano Katrina
(Settembre 2005)

G. Henderson, 2008. American Entomologist, 54: 156-162



C. formosanus è stata rinvenuta nei giunti (fatti di "bagasse", un materiale di scarto della lavorazione della canna da zucchero, estremamente attrattivo per le termiti) tra i pannelli di calcestruzzo che formavano le dighe di protezione per la città.



SCIAMATURA TERMITI = Cibo provvidenziale



Valore nutritivo (porzione di 100 g)

MANZO
Calorie: 293
Proteine: 16 g
Grassi: 25 g
Carboidrati: 0 g
Ferro: 1.9 mg

TERMITI
Calorie: 613
Proteine: 14.2 g
Grassi: 61.8 g
Carboidrati: 0 g
Ferro: 35.5 mg



TERMITI... che producono ARTE!



Grazie!

Lara Maistrello

Università di Modena &
Reggio Emilia

lara.maistrello@unimore.it

