



26 settembre 2019 - Parco Scientifico Tecnologico di Rivalta Scrivia (AL)

Insetti: indispensabili alleati per mettere in pratica l'economia circolare

Lara Maistrello



**Dipartimento di Scienze della Vita
BIOGEST-SITEIA
UNIVERSITÀ di MODENA e REGGIO EMILIA**

da Trump a Greta... VERSO LA SOSTENIBILITÀ



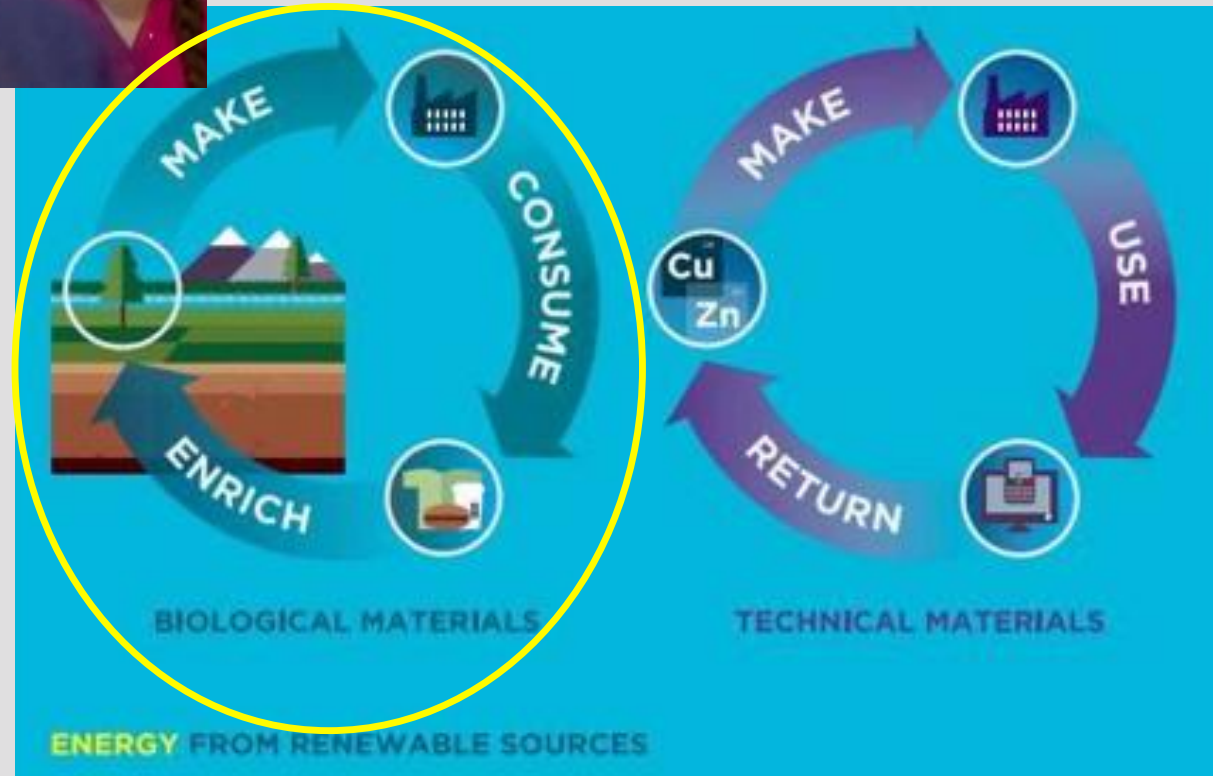
ECONOMIA LINEARE



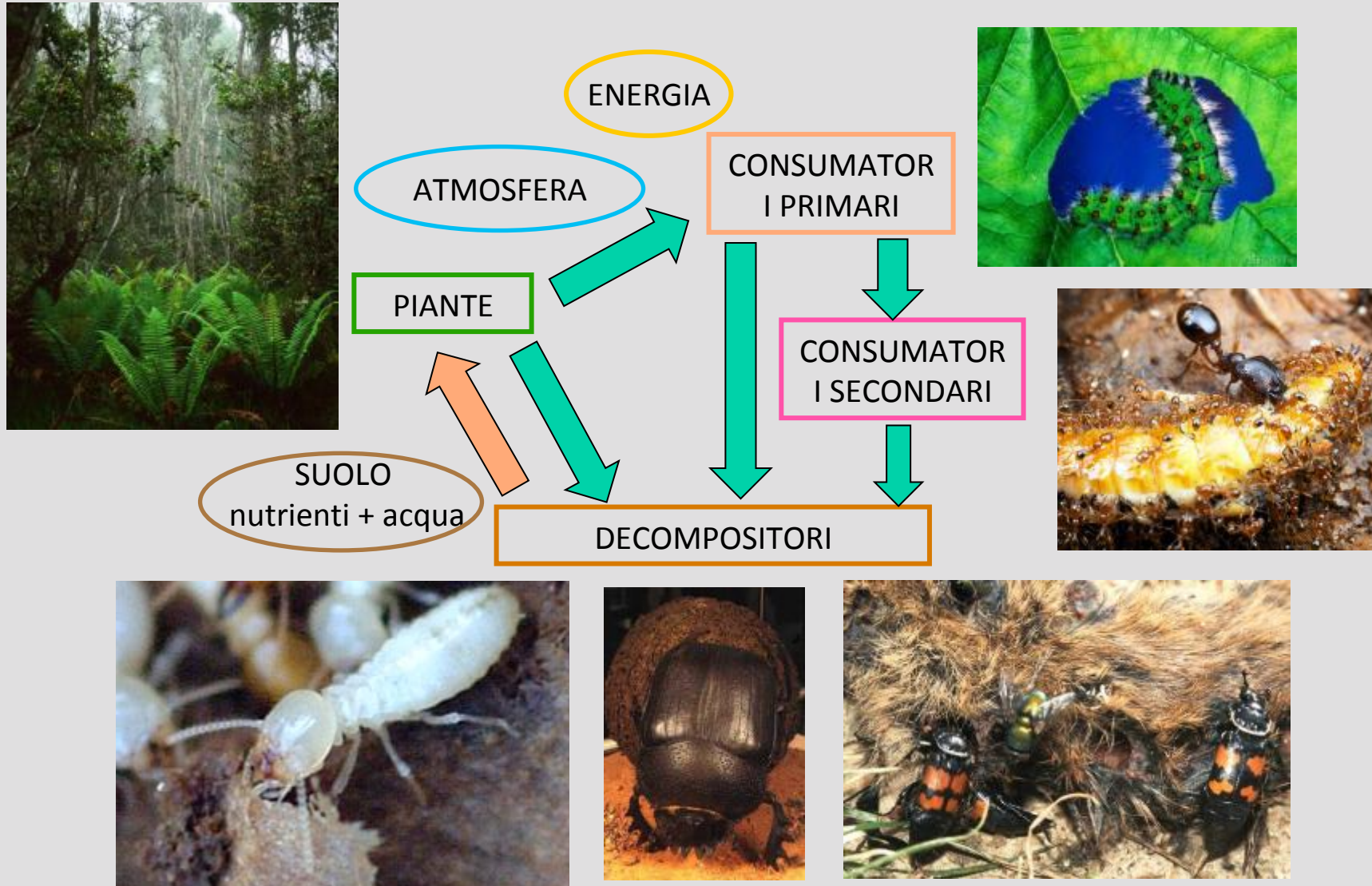
TECHNICAL & BIOLOGICAL MATERIALS MIXED UP

ENERGY FROM FINITE SOURCES

ECONOMIA CIRCOLARE

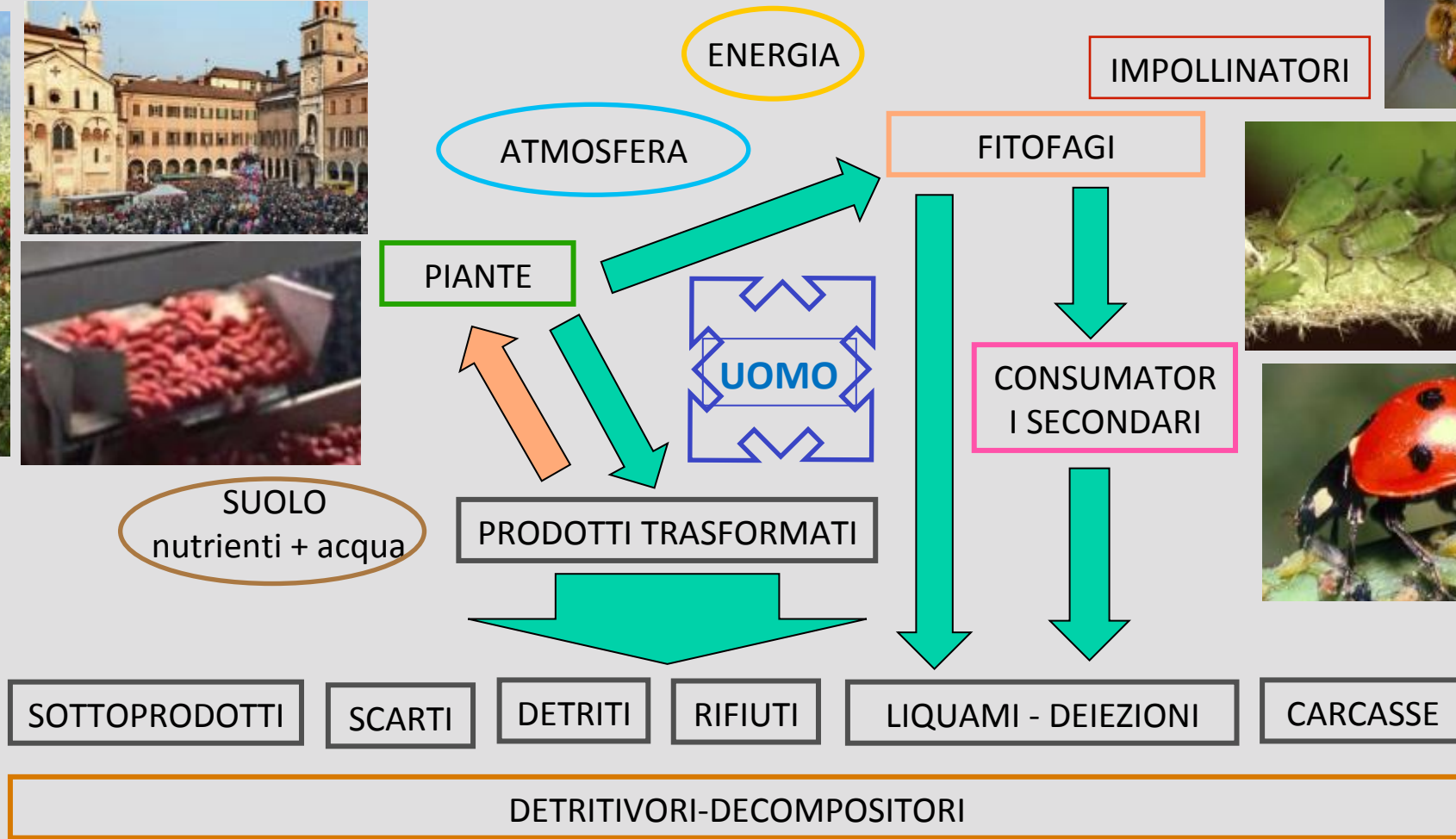


INSETTI negli ECOSISTEMI NATURALI

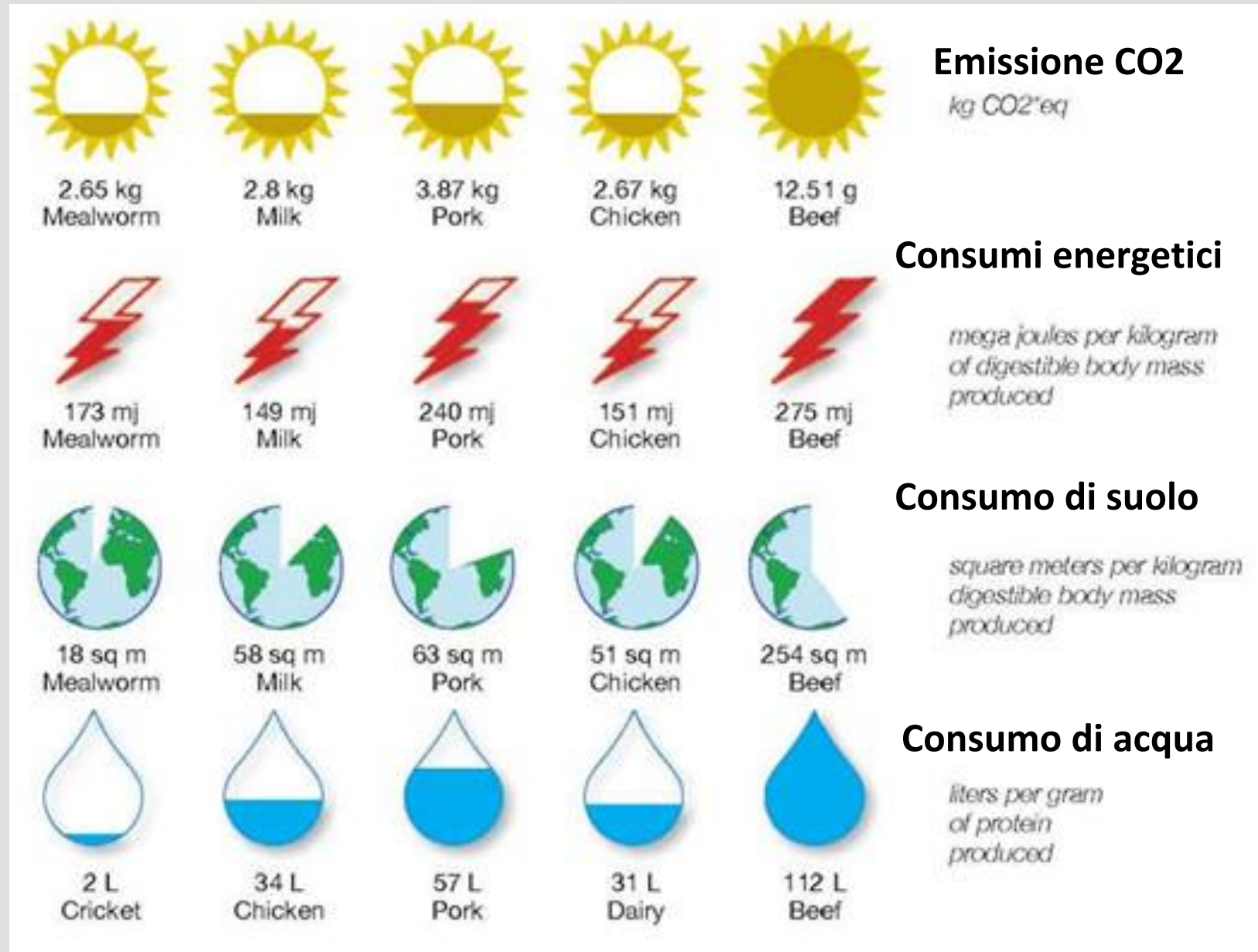


IN NATURA NON ESITONO RIFIUTI!

INSETTI negli ECOSISTEMI AGRARI E URBANI



SOSTENIBILITÀ E CONVENIENZA DELL'ALLEVAMENTO DI INSETTI



DETRITIVORI: DA INFESTANTI DELLE DERRATE A... INGREDIENTI ALIMENTARI

Coleoptera, Tenebrionidae



FITOFAGI-DETRITIVORI: da fastidiosi inquilini delle abitazioni a... INGREDIENTI ALIMENTARI

Acheta domestica



Orthoptera, Gryllidae



Gryllus assimilis



Gryllodes sigillatus



RIFIUTI? NO! UNA RISORSA!



C'è mosca e mosca!



MOSCA DOMESTICA
(Musca domestica L.)



MOSCA SOLDATO
(Hermetia illucens L.)



DECOMPOSITORI DI SUBSTRATI ORGANICI UMIDI: da ripugnanti abitanti di liquami a...

RISORSA MULTIFUNZIONALE

Uova



Larve



MOSCA SOLDATO *(Hermetia illucens L.)*



Diptera, Stratiomyidae

Adulti



Pupe



Mosca domestica VS Mosca soldato



ADULTI



**NON FREQUENTA
AMBIENTI DOMESTICI**

**FREQUENTA AMBIENTI
DOMESTICI**

SI ALIMENTA

NON SI ALIMENTA

VIVE OLTRE 1 MESE

VIVE 1-2 SETTIMANE

VEICOLO DI PATOGENI

LARVE

**RENDONO IL
SUBSTRATO
INADATTO ALLA
CRESCITA DI MOSCA
DOMESTICA**



INFESTANTE

UTILE

Come le MS danno valore aggiunto



MOSCHE SOLDATO PER LA GESTIONE RIFIUTI ORGANICI

Waste Management 82 (2018) 302–318



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman



Decomposition of biowaste macronutrients, microbes, and chemicals in black soldier fly larval treatment: A review



Moritz Gold ^{a,b}, Jeffery K. Tomberlin ^c, Stefan Diener ^d, Christian Zurbrügg ^b, Alexander Mathys ^{a,*}

Waste Management 74 (2018) 213–220



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman



Larval digestion of different manure types by the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) impacts associated volatile emissions



Kelly V. Beskin ^{a,*}, Chelsea D. Holcomb ^a, Jonathan A. Cammack ^a, Tawni L. Crippen ^b, Anthony H. Knap ^c, Stephen T. Sweet ^c, Jeffery K. Tomberlin ^a

**Grazie alle
mosche soldato
riduzione di
cattivi odori**



Research article

Efficient co-conversion process of chicken manure into protein feed and organic fertilizer by *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae) larvae and functional bacteria

Xiaopeng Xiao ^a, Lorenzo Mazza ^{a, b}, Yongqiang Yu ^a, Minmin Cai ^a, Longyu Zheng ^a, Jeffery K. Tomberlin ^c, Jeffrey Yu ^d, Arnold van Huis ^e, Ziniu Yu ^a, Salvatore Fasulo ^b, Jibin Zhang ^{a, *}

**Mosca soldato per
la gestione di reflui
zootecnici e
deiezioni umane**

Tropical Medicine and International Health

doi:10.1111/tmi.12228

VOLUME 19 NO 1 PP 14–22 JANUARY 2014

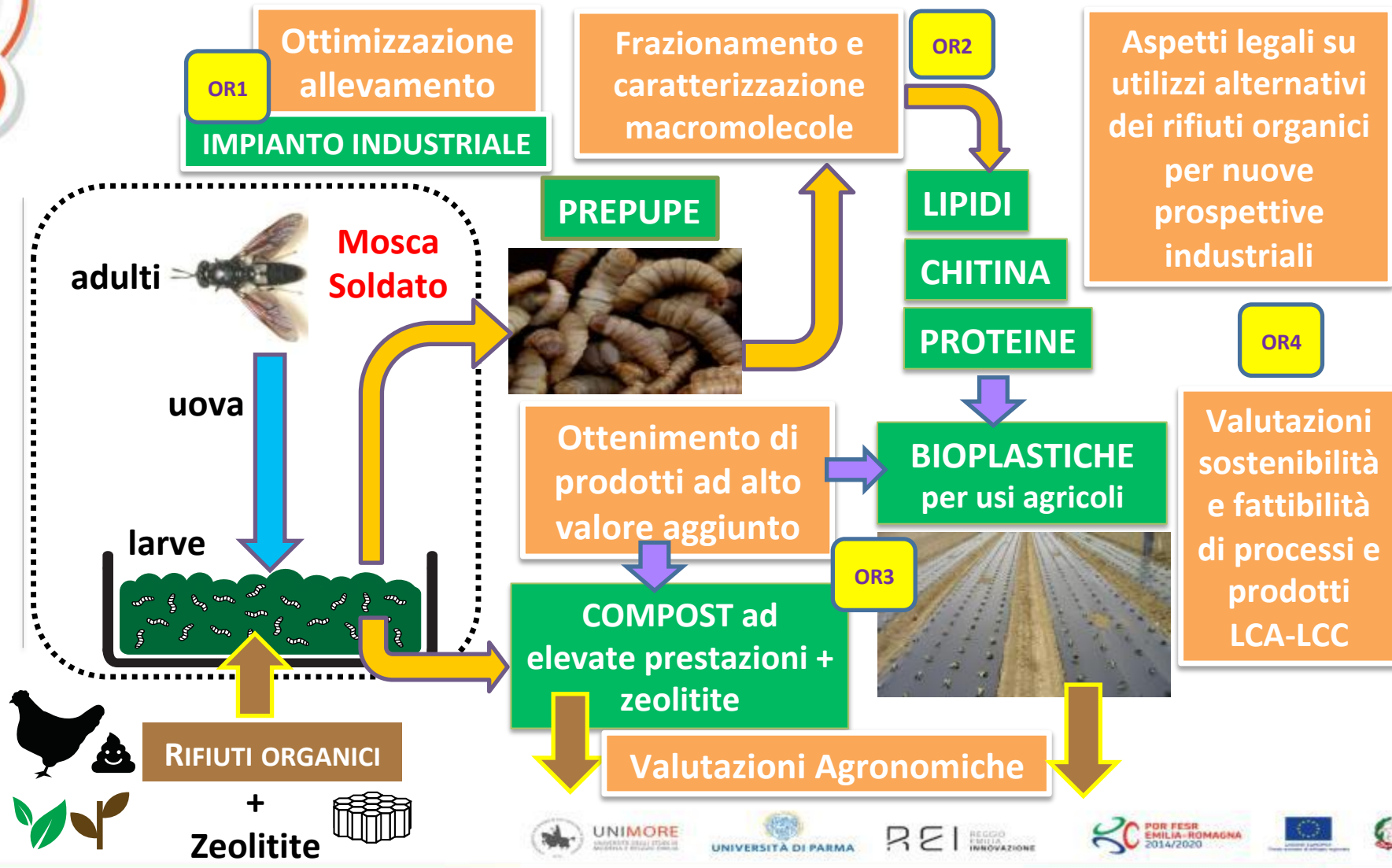
Growth rates of black soldier fly larvae fed on fresh human faeces and their implication for improving sanitation

Ian J. Banks¹, Walter T. Gibson² and Mary M. Cameron¹

CONCLUSION The prepupal weight, bioconversion and FCR results surpass those from previous studies into BSFL management of swine, chicken manure and municipal organic waste. This suggests that the use of BSFL could provide a solution to the health problems associated with poor sanitation and inadequate human waste management in developing countries.



VALORIBIO (POR-FESR EMILIA ROMAGNA 2016-2018)



MAISTRELLO - DSV BIOGEST-SITEIA UNIMORE



OUTPUT PRINCIPALE: IMPIANTO PILOTA PER ALLEVAMENTO INDUSTRIALE MOSCA SOLDATO

AREA ADULTI



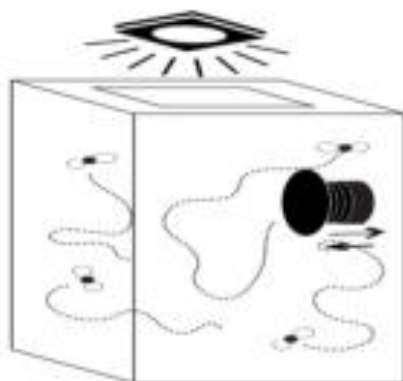
MAISTRELLO - DSV BIOGEST-SITEIA UNIMORE

DISPOSITIVO PER LA RACCOLTA INDUSTRIALE DI UOVA DI INSETTI



DESCRIZIONE:

La struttura per l'allevamento industriale di adulti della mosca soldato *Hermetia illucens* include un dispositivo per facilitare la deposizione/raccolta di uova. Tale dispositivo include un serbatoio che attraverso un'apertura emana un composto attrattivo per le femmine ed è connesso ad un corpo dotato di una pluralità di lamelle distanziate da intercapedini atte a favorire l'inserimento delle uova. Il dispositivo ha una struttura particolarmente efficiente, compatta, di semplice costruzione e, grazie al peculiare meccanismo di estrazione/inserimento impedisce la fuoriuscita degli insetti adulti limitando al minimo la manomissione delle uova. Tale dispositivo risulta quindi un utile strumento per la produzione industriale di insetti che possano essere impiegati per valorizzare rifiuti organici, convertendo in modo efficiente substrati organici eterogenei in una biomassa ad alto valore aggiunto ricca in proteine e grassi.



VANTAGGI:

- facilitare la raccolta delle uova;
- evitare danneggiamenti alle uova;
- ridurre il tempo di raccolta delle uova;
- evitare il contatto uomo-insetto;
- permettere una maggiore scalabilità del processo di allevamento;
- evitare fuoriuscite delle mosche adulte dalla gabbia di allevamento.

APPLICAZIONI:

- Produzione industriale di insetti;
- Produzione di mangimi proteici per l'allevamento intensivo di peso e pollami;
- Valorizzazione efficiente di rifiuti organici e sottoprodotti organici industriali;
- Produzione di proteine, grassi e chitina per uso industriale (es. bioplastiche e biodiesel).



Ottenimento prodotti ad alto valore aggiunto BIOPLASTICHE - PROSPETTIVE

- Ottenimento di materiali plastici biodegradabili con contenuto di proteine almeno del 50%
- idonei per impieghi alternativi con spessori maggiori
 - da sviluppare ottenimento di bassi spessori
 - test di invecchiamento (UV-Acqua-Camera climatica)



Received: 12 September 2018 | Revised: 3 November 2018 | Accepted: 7 December 2018
DOI: 10.1002/bip.23250

WILEY Biopolymers

FULL PAPER

Rational design and characterization of bioplastics from *Hermetia illucens* prepupae proteins

Silvia Barbi¹ | Massimo Messori² | Tiziano Manfredini² | Martina Pini³ | Monia Montorsi³

**CONTROLLO SPESSORE
E PARAMETRI
TERMOMECCANICI
SCALE UP INDUSTRIALE**

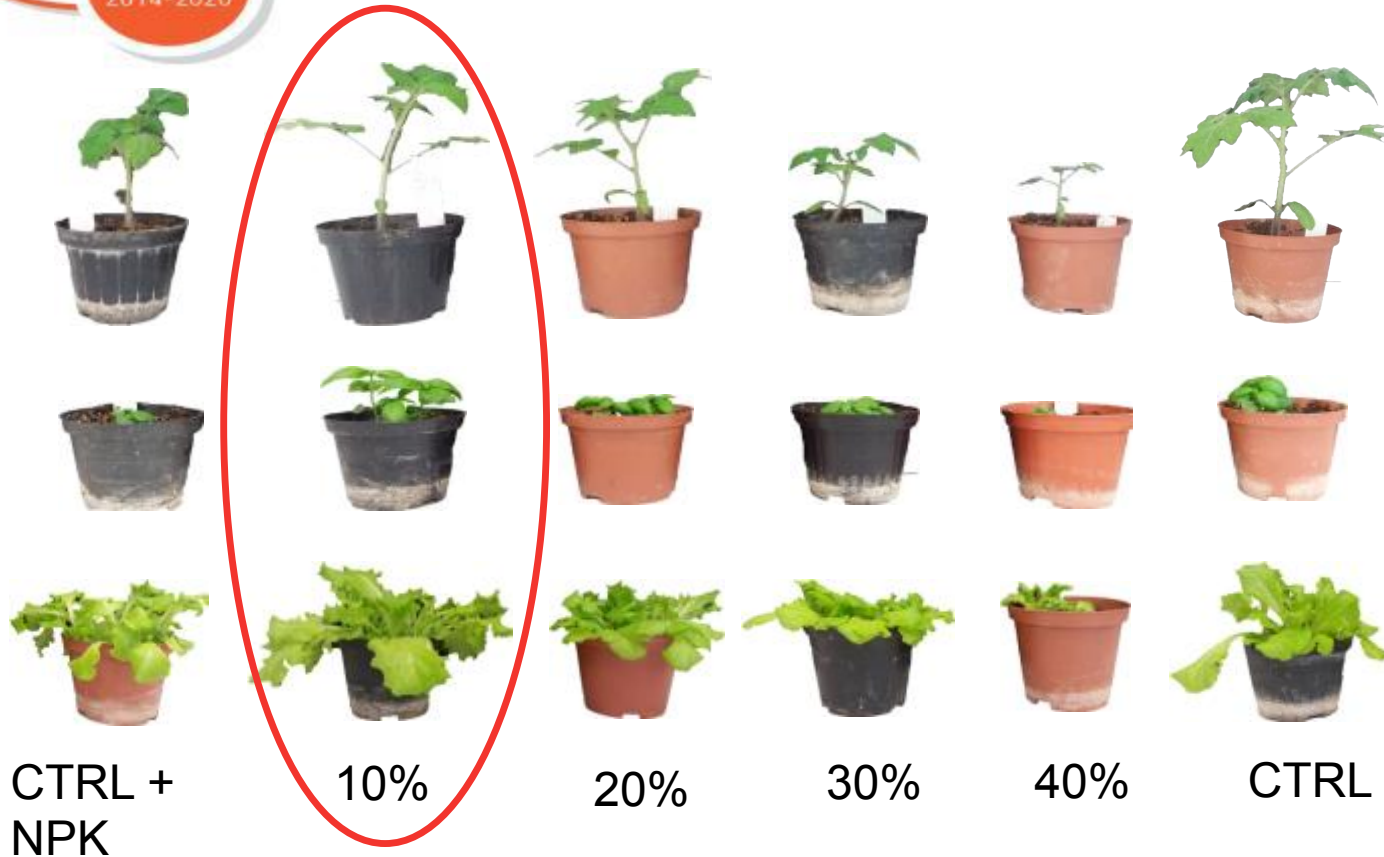
FILM spessore <1mm
ALTRO spessore >1mm





Ottenimento prodotti ad alto valore aggiunto VALUTAZIONI AGRONOMICHE DEL COMPOST RESIDUO

RISULTATI



Waste Management 95 (2019) 278–288

Contents lists available at ScienceDirect

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman

ELSEVIER

Use of black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae processing residue in peat-based growing media

Leonardo Setti^{a,1}, Enrico Francia^{a,b}, Andrea Pulvirenti^{a,b}, Silvia Gigliano^b, Massimo Zaccardelli^c, Catello Pane^c, Federica Caradonia^b, Sara Bortolini^{a,d}, Lara Maistrello^{a,b}, Domenico Ronga^{a,b,1,*}

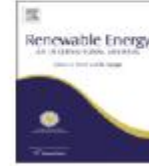
Check for updates



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Renewable Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/renene



Double the biodiesel yield: Rearing black soldier fly larvae, *Hermetia illucens*, on solid residual fraction of restaurant waste after grease extraction for biodiesel production

Longyu Zheng^a, Qing Li^{a,b}, Jibin Zhang^{a,*}, Ziniu Yu^{a,*}

**Biodiesel dai
lipidi di mosca
soldato**



Contents lists available at ScienceDirect

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman



Bioconversion of dairy manure by black soldier fly (*Diptera: Stratiomyidae*) for biodiesel and sugar production

Qing Li^{a,c}, Longyu Zheng^{a,b}, Ning Qiu^a, Hao Cai^a, Jeffery K. Tomberlin^{b,*}, Ziniu Yu^{a,*}



Contents lists available at ScienceDirect

Fuel

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fuel

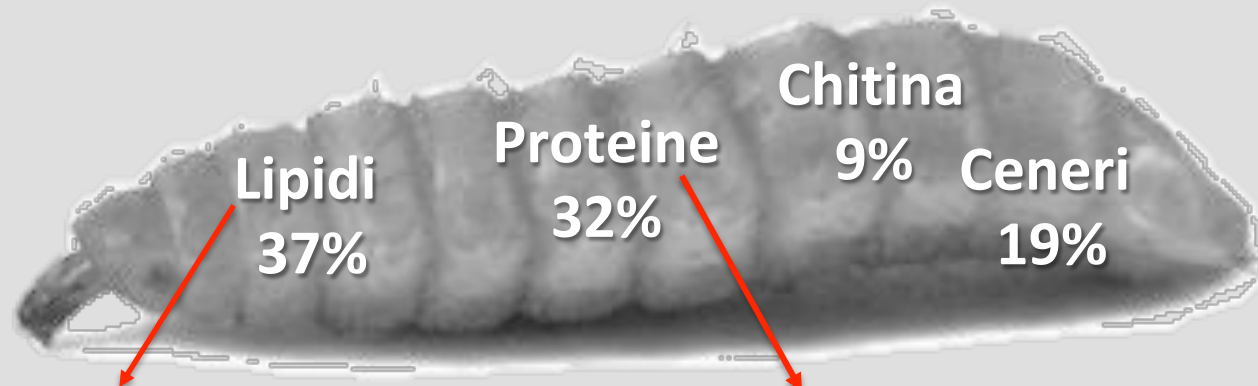


From organic waste to biodiesel: Black soldier fly, *Hermetia illucens*, makes it feasible

Qing Li^{a,b}, Longyu Zheng^a, Hao Cai^a, E. Garza^c, Ziniu Yu^{a,*}, Shengde Zhou^{c,*}

Frazionamento e caratterizzazione macromolecole di mosca soldato

COMPOSIZIONE DELLE PREPUPE (%DM)



| Fatty acids | % |
|-----------------|----|
| Saturated | 82 |
| Monounsaturated | 9 |
| Polinsaturated | 9 |

| Essential aminoacids | BSF (mg/g protein) | Reference protein FAO/WHO 1985 (mg/g protein) |
|----------------------|--------------------|---|
| His | 33 | 15 |
| Thr | 42 | 23 |
| Val | 66 | 39 |
| Lys | 65 | 45 |
| Ile | 41 | 30 |
| Leu | 75 | 59 |
| Trp | 9 | 6 |
| Phe+Tyr | 110 | 38 |
| Cys + Met | 47 | 22 |

Food Research International 105 (2018) 812–820

Contents lists available at ScienceDirect

Food Research International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodres

ELSEVIER

Composition of black soldier fly prepupae and systematic approaches for extraction and fractionation of proteins, lipids and chitin

Augusta Caligiani^{a,b}, Angela Marseglia^b, Giulia Leni^a, Stefania Baldassarre^b, Lara Maistrello^{c,d}, Arnaldo Dossena^{a,b}, Stefano Sforza^{a,b,e}

^a Department of Food and Drug, University of Parma, Parma, Italy

Ariane Müller*, Diana Wolf and Herwig O. Gutzeit

The black soldier fly, *Hermetia illucens* – a promising source for sustainable production of proteins, lipids and bioactive substances

**Dagli insetti
proteine e lipidi
per scopi
mangimistici**

Research Article

SCI

Received: 18 September 2016

Revised: 3 December 2016

Accepted article published: 21 December 2016

Published online in Wiley Online Library: 26 January 2017

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.8191

Inclusion of *Hermetia illucens* larvae meal on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed: effect on sensory profile according to static and dynamic evaluations

Monica Borgogno,^a Caterina Dinnella,^b Valeria Iaconisi,^a Renzo Fusi,^b Claudia Scarpaleggia,^a Achille Schiavone,^c Erminio Monteleone,^b Laura Gasco^d and Giuliana Parisi^{a*}

Received: 7 November 2016

Accepted: 14 March 2017

DOI: 10.1111/anu.12574

ORIGINAL ARTICLE

WILEY

Aquaculture Nutrition 

Effect of replacing dietary fish meal with black soldier fly larvae meal on growth and fatty acid composition of Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian)

J.S. Zhou | S.S. Liu | H. Ji  | H.B. Yu

Review

Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food

Yu-Shiang Wang and Matan Shelomi ^{*} 

Animal (2018), 12:3, pp 640–647 © The Animal Consortium 2017
doi:10.1017/S1751731117001860



Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits

M. Cullere¹, G. Tasoniero¹, V. Giaccone¹, G. Acuti², A. Marangon³ and A. Dalle Zotte^{1†}

Animal Feed Science and Technology 235 (2018) 33–42



Contents lists available at ScienceDirect

Animal Feed Science and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/anifeedsci



Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae for weaned piglets

Thomas Spranghers^{a,b}, Joris Michiels^c, Joachim Vrancx^a, Anneke Oryn^c,
Mia Eeckhout^c, Patrick De Clercq^b, Stefaan De Smet^{a,*}



Dagli insetti proteine e lipidi per scopi mangimistici

JNS
JOURNAL OF NUTRITIONAL SCIENCE



WALTHAM SUPPLEMENT

Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods*

Guido Bosch^{1†}, Sheng Zhang¹, Dennis G. A. B. Oonincx² and Wouter H. Hendriks¹

Research in Veterinary Science 117 (2018) 209–215

Contents lists available at ScienceDirect



Research in Veterinary Science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rvsc



Evaluation of an insect meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as soybean substitute: Intestinal morphometry, enzymatic and microbial activity in laying hens

Monica Isabella Cutrignelli^a, Maria Messina^b, Francesca Tulli^b, Basilio Randazzo^c, Ike Olivotto^c,
Laura Gasco^d, Rosa Loponte^a, Fulvia Bovera^{a,*}



Veterinary World, EISSN: 2231-0916

Available at www.veterinaryworld.org/Vol.10/December-2017/5.pdf

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Use of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) to substitute soybean meal in ruminant diet: An *in vitro* rumen fermentation study

Anuraga Jayanegara, Brillannanda Novandri, Nover Yantina and Muhammad Ridla

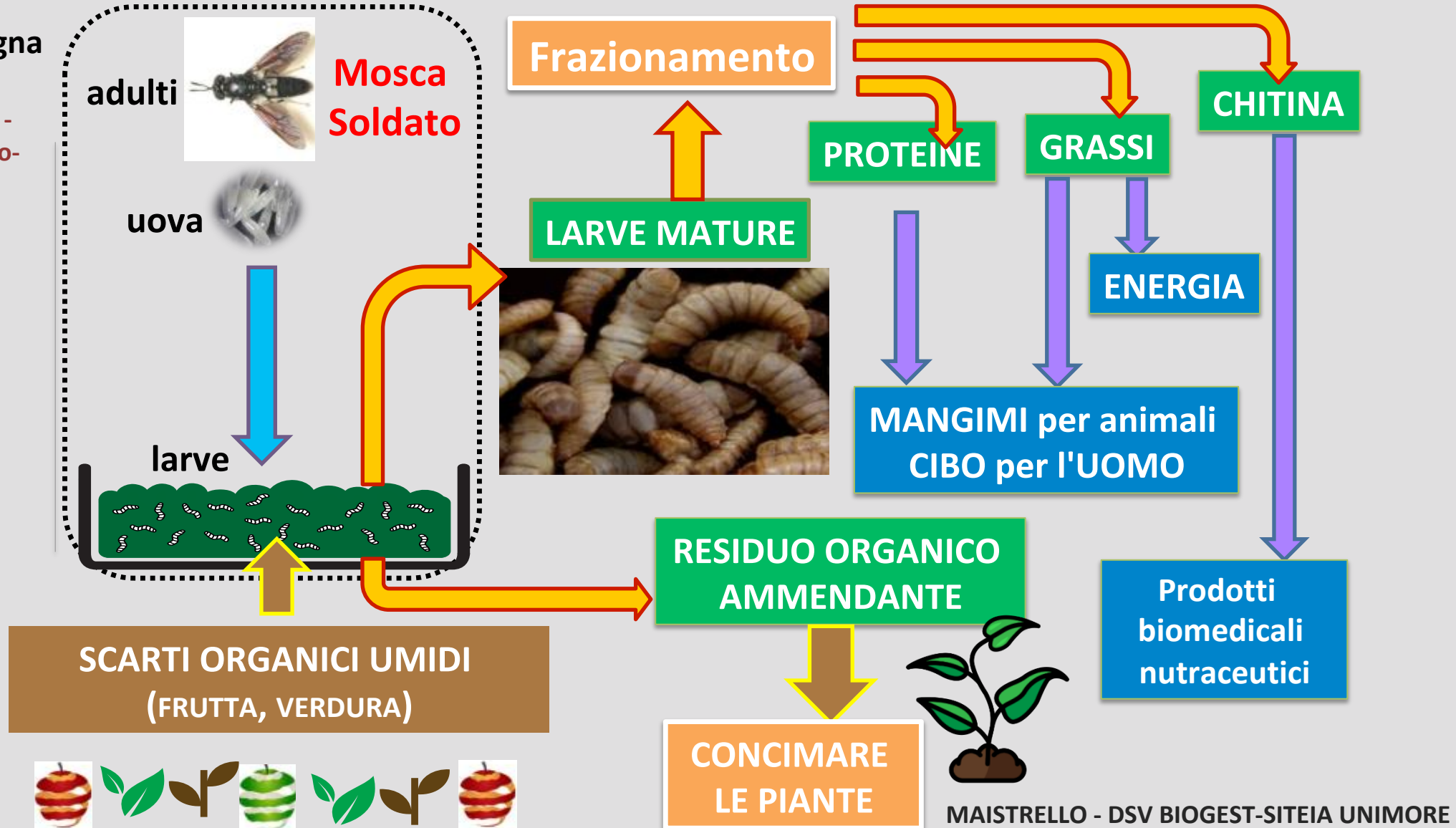
PROGETTO BIOECO-FLIES

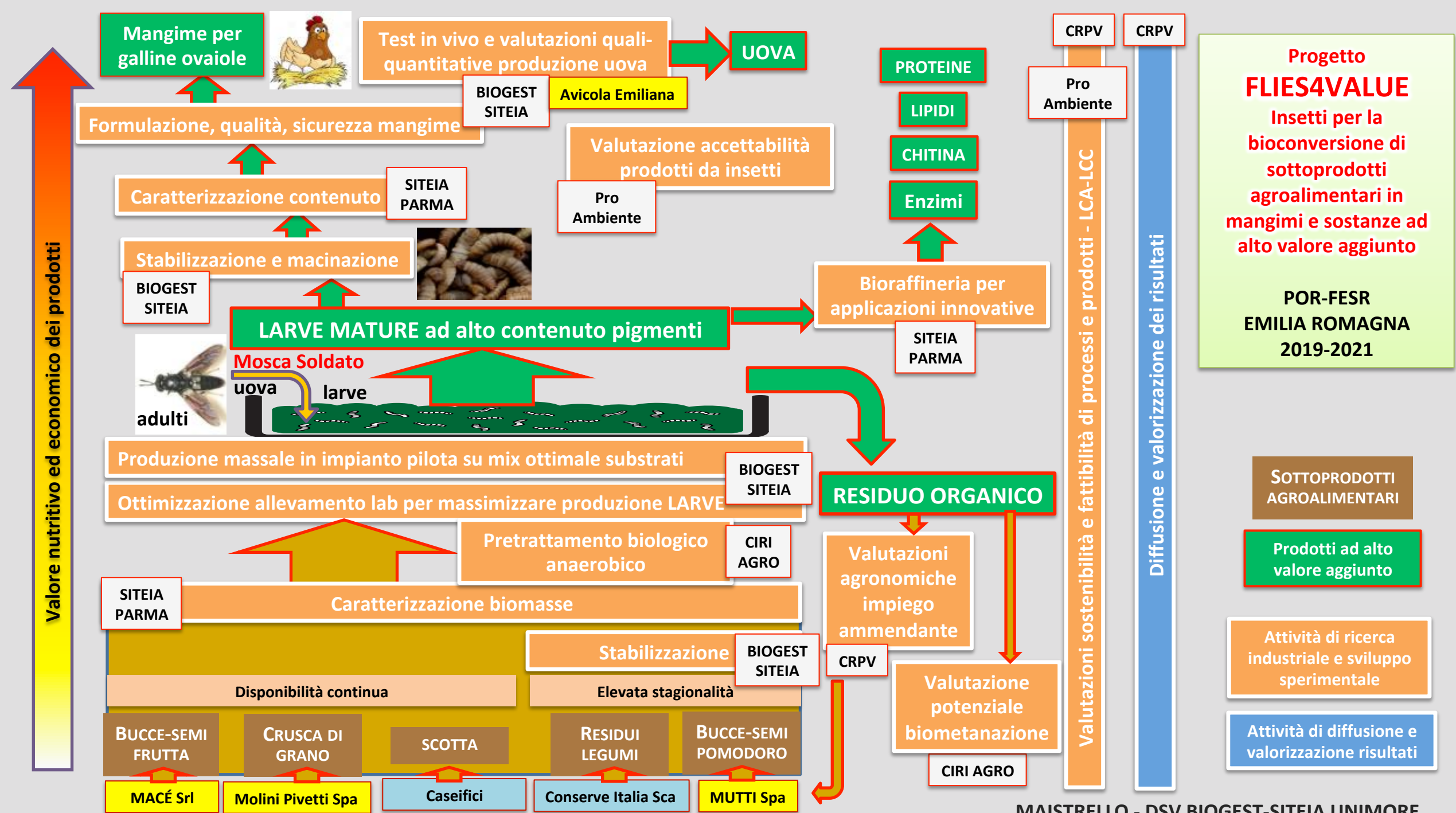
Valorizzazione di sottoprodotti di filiere vegetali tramite insetti: nuove soluzioni per impieghi alimentari, agronomici ed energetici

Grazie alle MOSCHE SOLDATO gli SCARTI ORGANICI si trasformano in PRODOTTI UTILI per l'uomo

Regione Emilia Romagna
PSR 2014-2020

Op. 16.1.01 - GO PEI-Agri -
Focus Area 5C - Pr. "Bioeco-
flies"





Mangime per galline ovaiole



Test in vivo e valutazioni qualitative e quantitative produzione uova

UOVA

Formulazione, qualità, sicurezza mangime

BIOGEST SITEIA

Avicola Emiliana

Valutazione accettabilità prodotti da insetti

Pro Ambiente

PROTEINE

LIPIDI

CHITINA

Enzimi

CRPV

CRPV

Pro Ambiente

Valutazioni sostenibilità e fattibilità di processi e prodotti - LCA-LCC

Diffusione e valorizzazione dei risultati

Progetto FLIES4VALUE
Insetti per la bioconversione di sottoprodotti agroalimentari in mangimi e sostanze ad alto valore aggiunto

POR-FESR EMILIA ROMAGNA 2019-2021

SOTTOPRODOTTI AGROALIMENTARI

Prodotti ad alto valore aggiunto

Attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale

Attività di diffusione e valorizzazione risultati

Valore nutritivo ed economico dei prodotti

Mangime per galline ovaiole



Test in vivo e valutazioni qualitative e quantitative produzione uova

UOVA

Formulazione, qualità, sicurezza mangime

BIOGEST SITEIA

Avicola Emiliana

Valutazione accettabilità prodotti da insetti

Pro Ambiente

PROTEINE

LIPIDI

CHITINA

Enzimi

CRPV

CRPV

Pro Ambiente

Valutazioni sostenibilità e fattibilità di processi e prodotti - LCA-LCC

Diffusione e valorizzazione dei risultati

Progetto FLIES4VALUE
Insetti per la bioconversione di sottoprodotti agroalimentari in mangimi e sostanze ad alto valore aggiunto

POR-FESR EMILIA ROMAGNA 2019-2021

SOTTOPRODOTTI AGROALIMENTARI

Prodotti ad alto valore aggiunto

Attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale

Attività di diffusione e valorizzazione risultati

Valore nutritivo ed economico dei prodotti

Stabilizzazione e macinazione

BIOGEST SITEIA



LARVE MATURE ad alto contenuto pigmenti

Mosca Soldato
uova larve



Bioraffineria per applicazioni innovative

SITEIA PARMA

Produzione massale in impianto pilota su mix ottimale substrati

BIOGEST SITEIA

Ottimizzazione allevamento lab per massimizzare produzione LARVE

Pretrattamento biologico anaerobico

CIRI AGRO

RESIDUO ORGANICO

Valutazioni agronomiche impiego ammendante

CRPV

Valutazione potenziale biometanazione

CIRI AGRO

Caratterizzazione biomasse

SITEIA PARMA

Stabilizzazione

BIOGEST SITEIA

Disponibilità continua

Elevata stagionalità

BUCCE-SEMI FRUTTA

CRUSCA DI GRANO

SCOTTA

RESIDUI LEGUMI

BUCCE-SEMI POMODORO

MACÉ Srl

Molini Pivetti Spa

Caseifici

Conserve Italia Sca

MUTTI Spa

MAISTRELLO - DSV BIOGEST-SITEIA UNIMORE



RESEARCH PAPER

Hexanedioic acid from *Hermetia illucens* larvae (Diptera: Stratiomyidae) protects mice against *Klebsiella pneumoniae* infection

Ki-Back CHU^{1,2}, Gye-Chang JEON^{1,2} and Fu-Shi QUAN²

**Antibiotici e altre
sostanze bioattive
dalle mosche soldato**



RESEARCH PAPER

Novel antibacterial peptides induced by probiotics in *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larvae

Won Hyung CHOI¹, Hyo-Jick CHOI², Tae Won GOO³ and Fu-Shi QUAN¹

Ariane Müller*, Diana Wolf and Herwig O. Gutzeit

The black soldier fly, *Hermetia illucens* – a promising source for sustainable production of proteins, lipids and bioactive substances

SCIENTIFIC REPORTS

OPEN

Antibacterial and immunomodulatory activities of insect defensins-DLP2 and DLP4 against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*

Received: 15 May 2017

Accepted: 15 August 2017

Published online: 21 September 2017

Zhazhan Li^{1,2}, Ruoyu Mao^{1,2}, Da Teng^{1,2}, Ya Hao^{1,2}, Huixian Chen^{1,2}, Xiumin Wang^{1,2}, Xiao Wang^{1,2}, Na Yang^{1,2} & Jianhua Wang^{1,2}

Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), are the most frequent cause of sepsis, which urgently demanding new drugs for treating infection. Two homologous insect CSα3 peptides-DLP2 and DLP4 from *Hermetia illucens* were firstly expressed in *Pichia pastoris*, with the yields of 873.5 and



**Dalle OBP delle MS
BIOSENSORI per
monitorare processi
decompositivi nei cibi**

C0374

INSECT OLFACTION: A SOURCE OF INSPIRATION FOR THE DEVELOPMENT OF NEW BIOSENSORS

Patrizia Falabella, University of Basilicata, Italy

Insects use chemical perception to interact with other insects and with the environment. The perception of volatile substances, linked to the processes of feeding, mating and escape from predators, is related to gene families encoding for proteins belonging to Odorant Binding Proteins (OBPs), Olfactory Receptors (ORs), Ionotropic Receptors (IRs) and Chemosensory Proteins (CSPs). The study of insects physiology at the molecular level and the implementation of innovative technologies, allow the development of applications able to cope with many human issues, through the use of biotechnology. The innovative aspect consists in the ability to exploit natural and physiological phenomena, as a source of inspiration for biotechnological applications, useful to improve life quality. The success of OBPs in nature, highlighted by the adaption of these proteins to a large number of diverse tasks, attracted the attention of scientists interested in the development of biosensors. Specific OBPs of scavenger insects, able to perceive volatiles indicative of decomposition processes, could be used for the construction of biosensors able to monitor decomposition processes in foods, in order to ensure the quality, safety and food shelf life. Moreover, different volatile molecules, such as terpenes and esters are related to wine quality, typicality or alteration. These same molecules are similar or in some cases identical to pheromones produced and perceived by some species of insects. These insect OBPs can be used as the biosensing element for the construction of artificial devices for the monitoring of wines quality.

Keywords: Odorant Binding Proteins, biosensor, volatile molecules, biomimetics

Grazie!

Lara Maistrello
lara.maistrello@unimore.it



Dipartimento di Scienze della Vita
BIOGEST-SITEIA
UNIVERSITÀ di MODENA e REGGIO EMILIA

