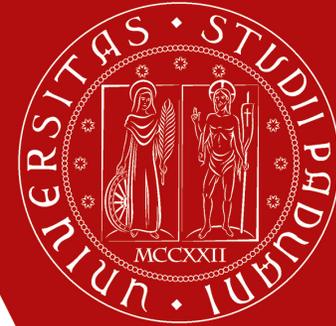
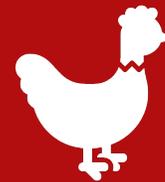


MAPS



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

## Stato dell'arte e nuove prospettive della ricerca per lo sviluppo degli allevamenti di insetti



Prof.ssa Antonella Dalle Zotte

Dipartimento MAPS – Università di Padova, Italia



## *STATO DELL'ARTE*

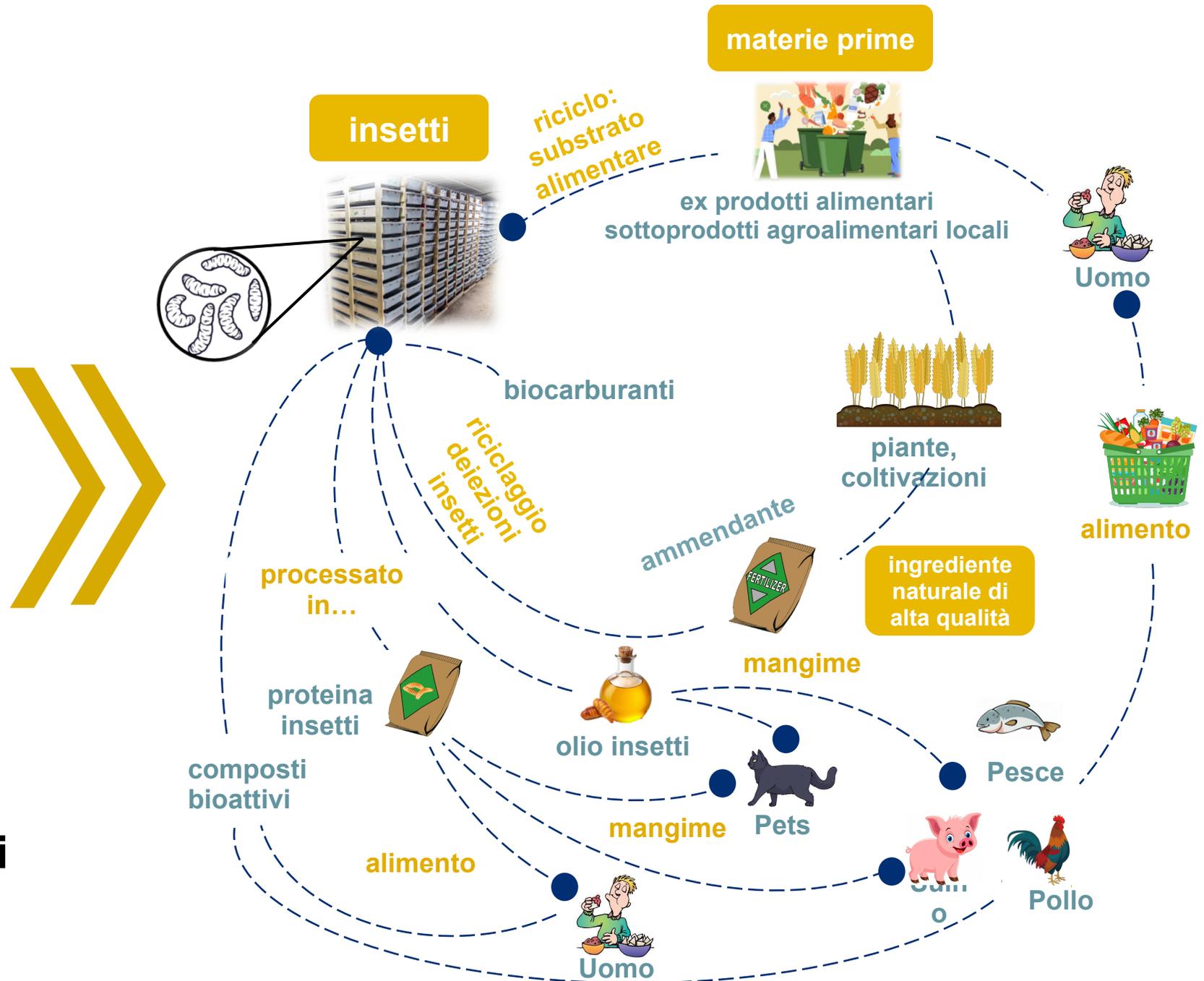
- 1. perché insetti?*
- 2. perché insetti in mangimistica?*
- 3. specie di insetti autorizzate e animali alimentati*
- 4. tipologie impiego insetti (farina intera, sgrassata, olio, larva viva o essiccata) e qualità*

## *RICERCA E RISULTATI OTTENUTI*

- 1. Mosca soldato nera*
- 2. Tarma della farina*
- 3. Baco da seta*
- 4. Allevamento insetti*

# SISTEMA PRODUTTIVO CIRCOLARE

Impieghi alimentari,  
agronomici, energetici

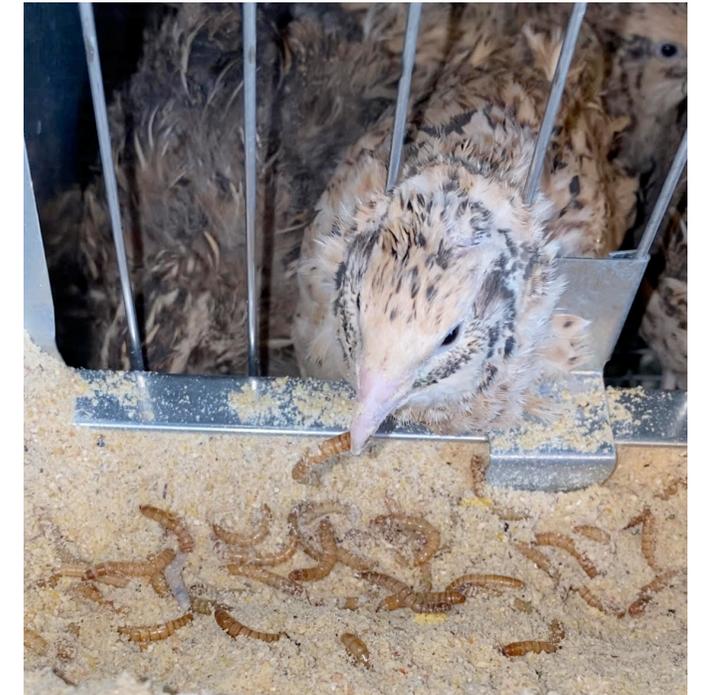


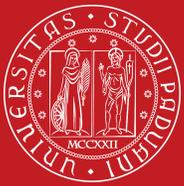


## PERCHE' INSETTI?

PARTE DELLA DIETA NATURALE DI ALCUNE  
SPECIE ANIMALI DI INTERESSE ZOOTECNICO E  
DA COMPAGNIA

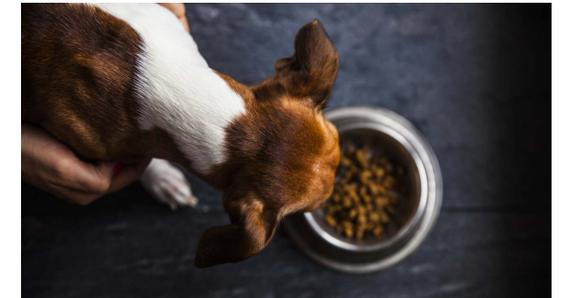
Il sistema digestivo è  
fisiologicamente adatto a convertire  
insetti in energia e nutrienti





# STATO DELL'ARTE

- Circa l'80% delle specie di uccelli include insetti nella propria dieta
- Gli insetti sono anche prede di base per i pesci
- Canidi selvatici, gatti selvatici e domestici, consumano fino al 6% di insetti nella loro dieta



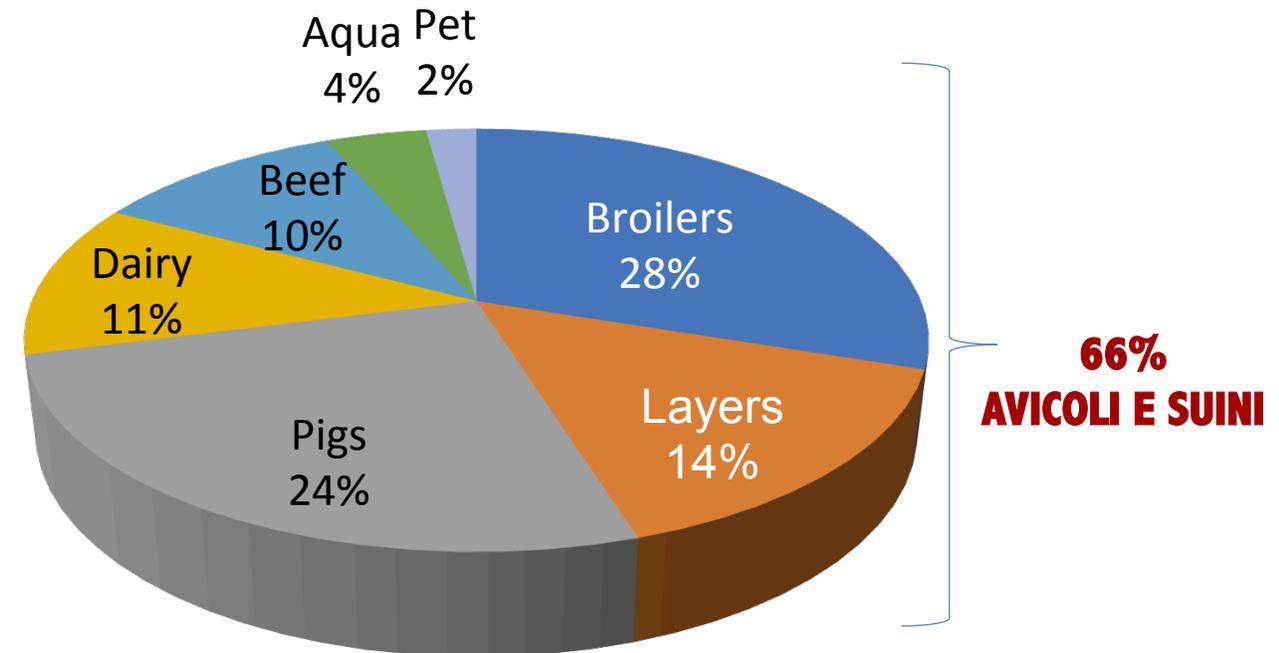
## PERCHE' INSETTI IN MANGIMISTICA?

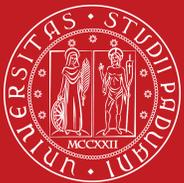
Elevata richiesta di materie prime nel settore zootecnico dei monogastrici

2020: aumento della produzione mondiale di mangimi

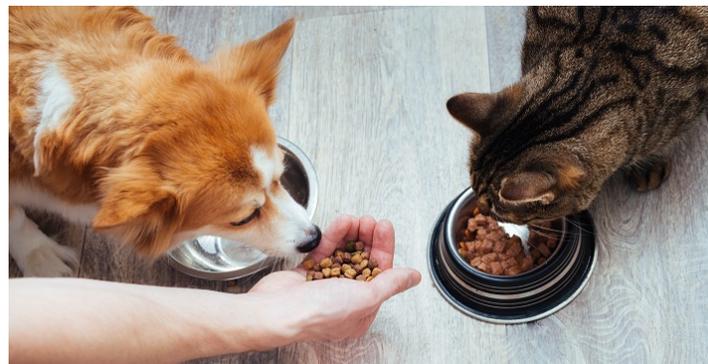
- Cina 240 MMT +5%
- USA 216 MMT +1%
- Brasile 78 MMT +10%

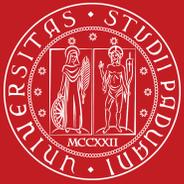
% della produzione mondiale di mangimi per specie





- Molte multinazionali sono recentemente entrate nel settore degli alimenti per animali domestici a base di insetti, facilitando l'espansione del mercato



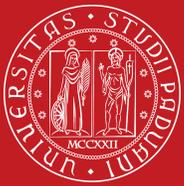


## PERCHE' INSETTI IN MANGIMISTICA?

- ✓ La **f.e. soia** è uno dei principali ingredienti dei mangimi per monogastrici
- ✓ Limitazioni nel suo utilizzo: competizione con consumo umano, profilo AA sbilanciato, fattori antinutrizionali
- ✓ Ricerca di fonti proteiche alternative



L'integrazione con insetti nell'alimentazione degli animali potrebbe essere una soluzione



## PERCHE' INSETTI IN MANGIMISTICA?

### Impact assessment comparison: protein sources

■ high impact; ■ moderate impact; ■ low impact; blank for negligible or unknown impact

### Maggior sostenibilità ambientale

- ✓ le proteine degli insetti sono prodotte con un impronta di carbonio molto inferiore rispetto alle proteine convenzionali
- ✓ brevità del ciclo di vita, ridotta necessità di acqua e terra
- ✓ Alcune specie di insetti utilizzano efficientemente i rifiuti organici come substrati, basso ICA (1.7-3.6, sulla SS)

ENVIRONMENTAL IMPACT	SOYBEAN MEAL	FISHMEAL	INSECT MEAL
<b>State indicators (i.e. changes to the state of nature)</b>			
Land use change	High conversion risk	No impact	No land use change at scale
Soil condition	Intensive agriculture	No impact	No impact
Climate impact	Conversion	Relatively low emissions from shipping	Operation of facility
Water removed	If irrigated	Low impact	Operation of facility and substrate moisture adaptation
Nitrogen	If NPK applied to soy or to crops in rotation	No impact	Nitrogen accumulation in frass
Biodiversity	Conversion and intensive agriculture	Reduced fish stocks, by-catch	Low ecological impact
Pollution	Pesticide use and eutrophication	Effluent discharge	Limited evidence
Waste	Limited evidence	Limited evidence	By-products chitin and frass have uses
<b>Pressure indicators (i.e. environmental footprint assessments)</b>			
Land use footprint	Large area required	Small area used	Small area used
Carbon footprint	Direct	Cultivation and shipping	Fishing vessels
	Indirect	Land use change	Low indirect footprint
Water footprint	High water use	Limited evidence	Substrate dependent
			Low water use

## Proteine Animali Processate (PAPs) e grasso da insetti

### Substrati

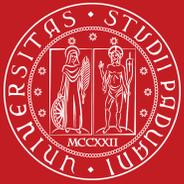
- ✓ Substrati vegetali
- ✓ Materie prime alimentari non processate: prodotti lattiero-caseari, uova e prodotti derivati, grasso stabilizzato
- ✗ Materie prime alimentari non processate: carne e pesce
- ✗ Scarti di ristorazione e da macelli
- ✗ Deiezioni animali

### 8 specie insetti

- Mosca soldato nera (*Hermetia illucens*)
- Tenebrione mugnaio (*Tenebrio molitor*)
- Mosca comune (*Musca domestica*)
- Alfitobio (*Alphitobius diaperinus*)
- Grillo domestico (*Acheta domesticus*)
- Grillo tropicale (*Grilloides sigillatus*)
- Grillo silente (*Grillus assimilis*)
- Baco da seta (*Bombyx mori*)

	PAPs	Grasso	Vivi <sup>1</sup>	Interi <sup>2</sup>
	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✗
	✓	✓	✓	✗
	✓	✓	✓	✗
	✓	✓		
	✓	✓		

<sup>1</sup>permitted under national legislation in certain EU member States; <sup>2</sup>secchi o congelati, non macinati



## COMMISSION REGULATION (EU) 2021/1372

of 17 August 2021

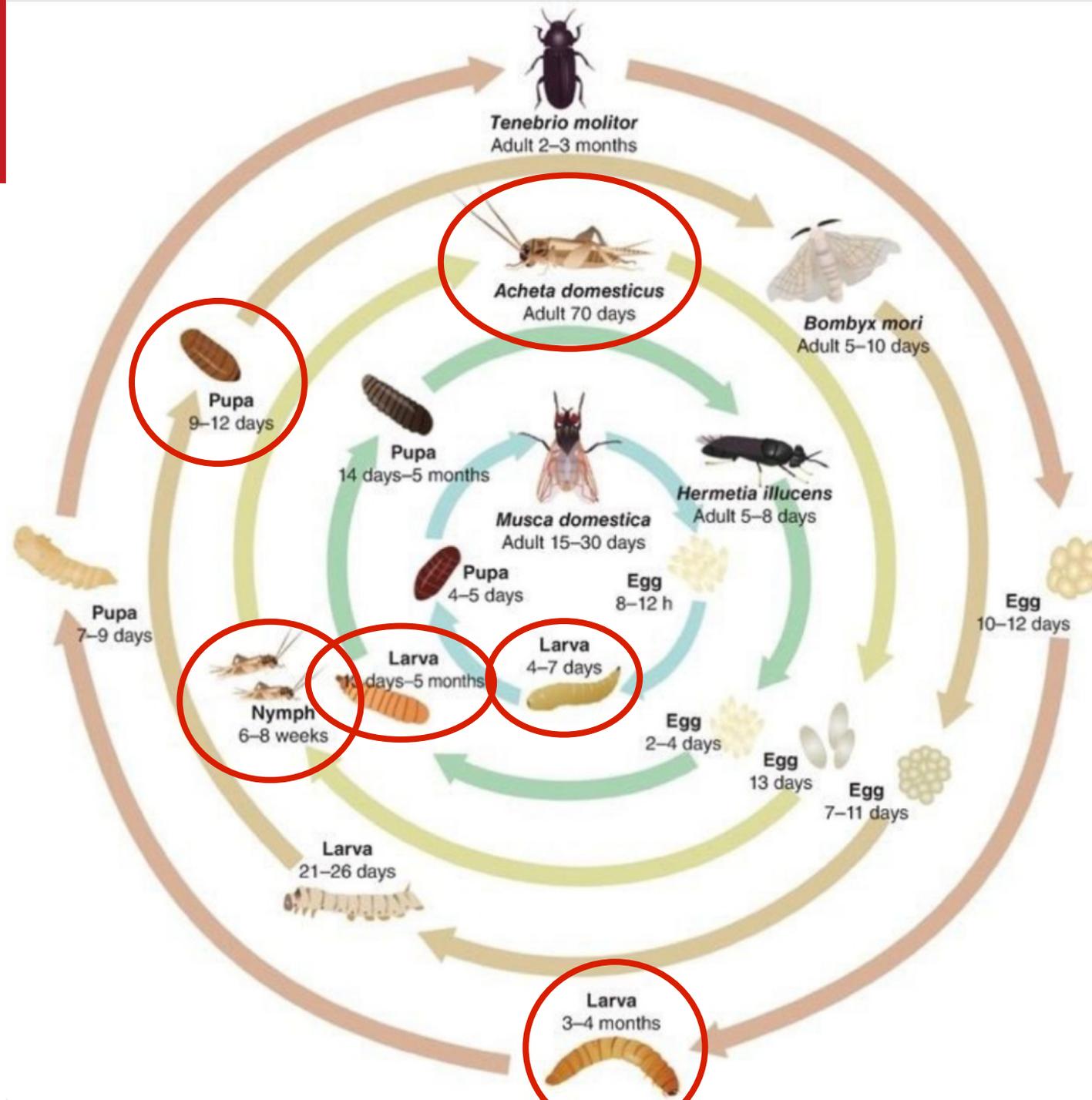
amending Annex IV to Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council as regards the prohibition to feed non-ruminant farmed animals, other than fur animals, with protein derived from animals

### SOTTO FORMA DI PAPs

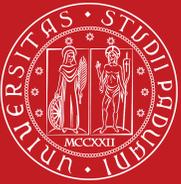
Farmed animals from which the processed animal protein is derived	Farmed animals to which the processed animal protein may be fed
Farmed insects	Aquaculture animals, fur animals, <u>porcine</u> animals, <u>poultry</u>



# TIPOLOGIE DI IMPIEGO DEGLI INSETTI

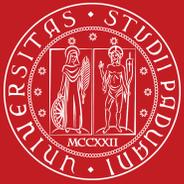


TM: coleottero  
BM: lepidottero  
AD: ortottero  
HI: dittero  
MD: dittero



## TIPOLOGIE DI IMPIEGO DEGLI INSETTI

- ✓ Larve vive
- ✓ secche o congelate (**pet**)
- ✓ **Gli insetti possono essere separati in diverse frazioni**, con l'ottenimento di diversi prodotti:
  1. **PAPs**: farine (a diverso grado di sgrassatura)
  2. **grasso/olio**



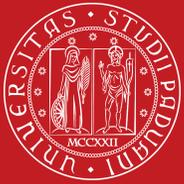
## LIVELLI DI INCLUSIONE/SOSTITUZIONE

### Livelli di inclusione

- Farina di pre-pupa, larva, adulto: 2.25%-100%
- grasso/olio di larva: 3-5%

### Livelli di sostituzione

- Farina di pre-pupa, larva, adulto: 5%-100%
  - grasso/olio di larva: 50-100%
- } In sostituzione a:  
f.e. soia, farina di glutine, farina di pesce, oli vegetali



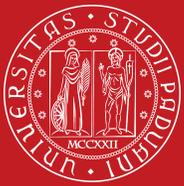
## CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEGLI INSETTI

### Insetti: fonte nutrizionale per animali e uomo

- contenuto nutrizionale varia in funzione della specie, substrato, stadio di sviluppo e impiego/lavorazione

Per alcune specie di insetti:

- contenuto proteico, vitaminico e minerale simile a prodotti animali come carne e pesce
- Profilo in acidi grassi omega-3 superiore a quello osservato in carne bovina e suina

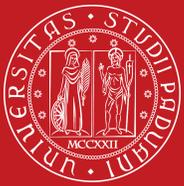


## GLI INSETTI SONO RICCHI DI NUTRIENTI - elevato contenuto di proteina e lipidi

	Soia	Mosca soldato nera <sup>1</sup>	Tenebrione mugnaio <sup>1</sup>	Mosca comune <sup>2</sup>	Baco da seta <sup>3</sup>
Proteina, g/100 g SS	55.2	43.1	56.0	54.0	53.9
Estratto etereo, g/100 g SS	1.70	34.3	27.0	21.7	29.1
Ceneri, g/100 g SS	7.30	6.56	4.15	7.60	5.01
Chitina, g/100 g SS	-	3.67	5.02	8.02 <sup>4</sup>	2.87
Ca, g/kg SS	3.27	<b>24.1</b>	0.44	4.9 <sup>5</sup>	0.18
P, g/kg SS	5.73	6.01	7.80	10.9 <sup>5</sup>	2.37
1-Deoxynojirimicina (1-DNJ; µg/g)	-	-	-	-	1.05

Fonte: <sup>1</sup>van der Heide et al., 2021; <sup>2</sup>Sánchez et al., 2021; <sup>3</sup>Dalle Zotte et al., 2021; <sup>4</sup>Kim et al., 2016; <sup>5</sup>Hussein et al., 2017

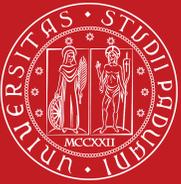
✓ Gli insetti sono importanti fonti di **amminoacidi essenziali**, **vitamine** (B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, vit. E, vit. C) e **minerali** (Ca, P, Mg, Cu, Fe, Zn)



## Profilo di acidi grassi di olio di soia, insetti e carne di pollo

FORTEMENTE INFLUENZATO DAL SUBSTRATO

% AG totali	Olio soia	Mosca soldato nera	Tenebrione mugnaio	Mosca domestica	Baco da seta	Petto di pollo
<b>SATURI</b>	15.6	66.4	25.7	30.8	30.4	27.6
C12:0 (laurico)	<0.1	40.8	0.33	1.21	-	-
C16:0 (palmitico)	11.0	14.1	18.2	27.1	24.2	20.9
<b>MONOINSATURI</b>	22.8	17.9	42.9	41.7	32.8	44.0
C18:1n-9cis (oleico)	22.6	13.7	42.5	25.7	31.2	37.0
<b>POLIINSATURI</b>	57.7	15.0	30.5	18.4	35.7	28.3
C18:2n-6 (linoleico)	53.5	11.7	25.1	16.4	6.16	25.7
C18:3n-3 (linolenico)	7.5	1.47	1.36	0.56	29.5	2.66
C20:5n-3 (EPA)	-	1.0	0.58	0.07	-	0.14
C22:6n-3 (DHA)	-	1.1	-	0.03	-	0.31
<b>n-6/n-3</b>	7.8	7.64	19.4	24.8	0.21	12.6



## GLI INSETTI SONO FONTE DI COMPOSTI BIOATTIVI

- ✓ chitina e chitosano
- ✓ acido laurico (C12:0)
- ✓ peptidi antimicrobici
- ✓ 1-DNJ (1-Deoxynojirimicina)



Amminopolisaccaride naturale  
maggior componente  
dell'esoscheletro degli  
invertebrati (crostacei, insetti)

## Sources of Chitin



## Chitina

### Effetti benefici

- ✓ Miglioramento risposta immunitaria  
(Wichers, 2012; Pasotto et al., 2020)

Ipotizzato che l'effetto sul sistema immunitario  
dipenda dalla dimensione della molecola  
(Lee et al., 2008)

- “molecole piccole” → < infiammazione
- ✓ funge da prebiotico nell'intestino crasso degli  
avicoli

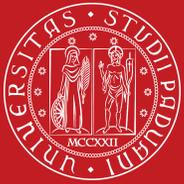
### Salute animale

### Potenziati svantaggi

Chitina può **limitare la digeribilità della proteina e  
della sostanza secca dell'alimento**

Chitina può fortemente legare (**chelare**) gli ioni  
metallici

“molecole di medie dimensioni” → **allergia**



## Acido laurico (C12:0)

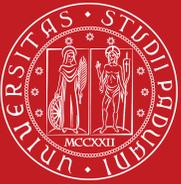
azione antimicrobica = salute animale  
elevata resistenza all'ossidazione

## Peptidi Antimicrobici (AMPs)

> 150 AMPs

AMPs vengono sintetizzati dagli insetti (larve) se sottoposti ad agenti infettivi e potrebbero essere somministrati agli animali come alternativa agli antibiotici (Li et al., 2012)

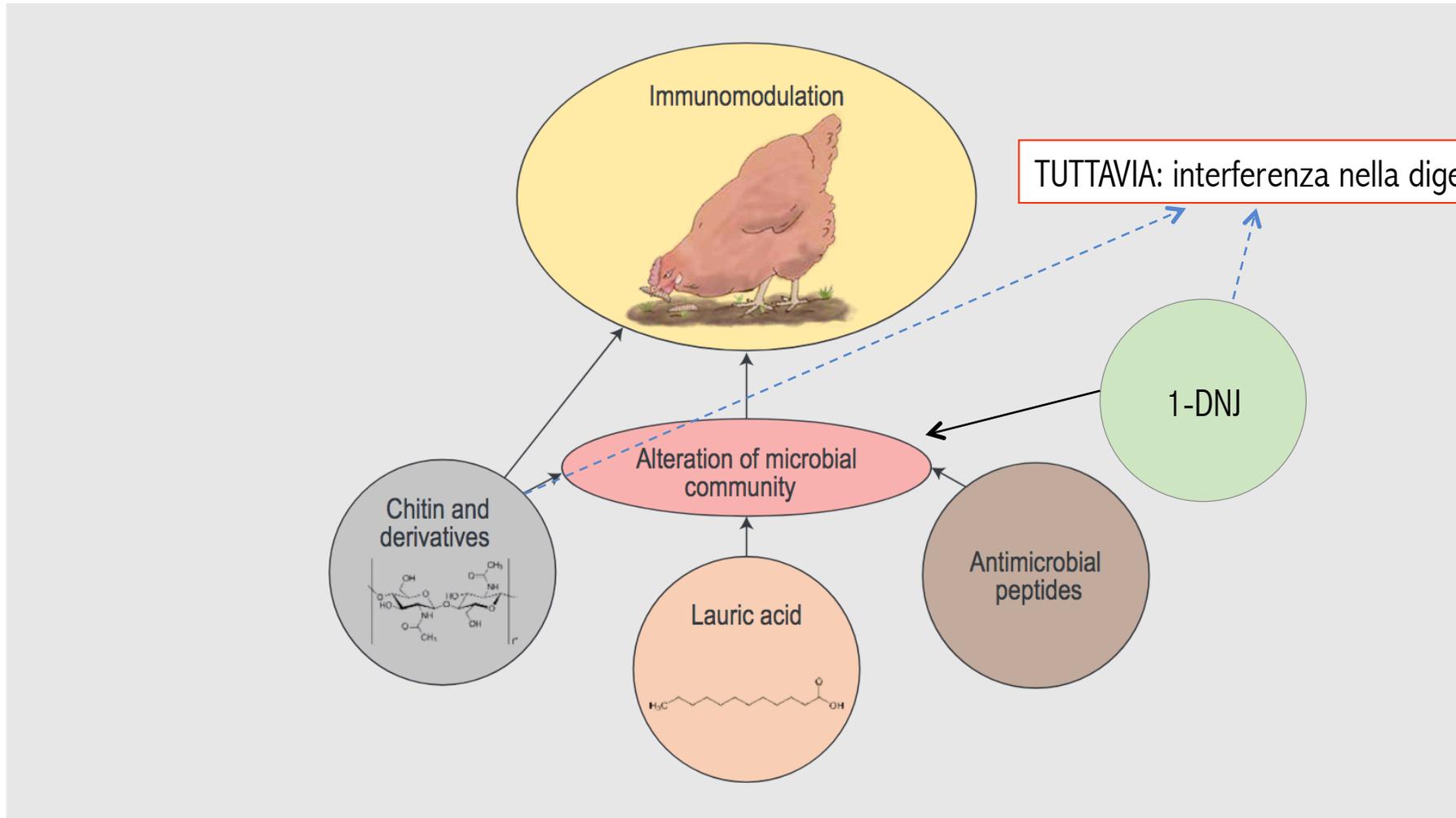




## 1-DNJ (1-Deossinojirimicina)

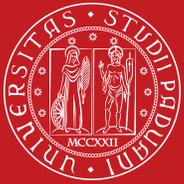
Un biocomposto presente nel baco da seta che si accumula durante la fase larvale per consumo di foglie di gelso (substrato alimentare naturale)

- E' un **inibitore intestinale dell' $\alpha$ -glucosidasi**: ostacola l'assorbimento del glucosio, e di conseguenza la digeribilità dell'amido
- **Impiego in medicina:**
  - ✓ Riduce il glucosio postprandiale (trattamento diabete)
  - ✓ Previene e cura l'obesità (svolge un ruolo regolatore nella deposizione e nel metabolismo dei grassi)
  - ✓ Proprietà antiossidanti e anti-infiammatorie
  - ✓ Funzione neuroprotettiva



Dörper *et al.*, 2020

Figure 1. Potential direct and indirect modulation of the poultry immune system by insect chitin, lauric acid, and antimicrobial peptides.



## Ricerca scientifica in avicoltura e conigliicoltura

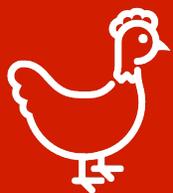
Dipartimento MAPS – Università di Padova



- ✓ Mosca soldato nera (*Hermetia illucens*, HI)
- ✓ Tarma della farina (*Tenebrio molitor*, TM)
- ✓ Baco da seta (*Bombyx mori*, SW)



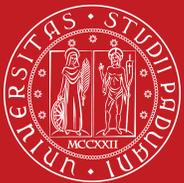
# MOSCA SOLDATO NERA (*Hermetia illucens*)



- livello di inclusione farina di *Hermetia illucens* (HI) > 8% può peggiorare la digeribilità dei nutrienti e le prestazioni produttive: ruolo della chitina?
- assenza/limitata influenza sulle qualità fisiche della carne
- assenza effetto sulle caratteristiche sensoriali
- composizione chimica: risultati altalenanti
- arricchimento in minerali: Ca, S, Cu
- possibile peggioramento del profilo acido
- HI è ricca di AG saturi (>40% C12:0): il contenuto nella carne aumenta linearmente in funzione dell'inclusione di HI (se farina non sgrassata o grasso)
- proprietà antimicrobiche (acido laurico C12:0) = salute animale
- in molti casi: aumento del rapporto n-6/n-3
- migliorata attività antiossidante



E' di cruciale importanza la scelta del substrato (alimentazione di HI) per migliorare la qualità del grasso di HI



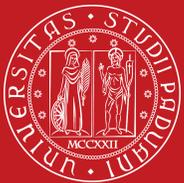
# MOSCA SOLDATO NERA (*Hermetia illucens*)



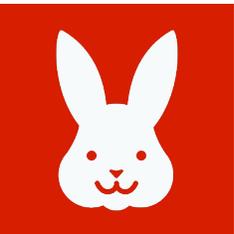
## ➤ Farina sgrassata di HI al 10 o 15% inclusione in diete per la quaglia ovaioia

1. Prestazioni produttive: soddisfacenti fino al 10% inclusione
2. Prestazioni riproduttive: soddisfacenti
3. Fische uova: > incidenza guscio a scapito parte edibile in HI15 rispetto a C; > colore tuorlo
4. Chimiche uova: + ceneri; + PG; + MUFA in HI15 rispetto a C
5. Profilo sensoriale: simile nei tre gruppi sperimentali (C, HI10, HI15)
6. Shelf-life uova (28 d): sensibile riduzione dell'ossidazione con il > livello di inclusione di farina di HI





# MOSCA SOLDATO NERA (*Hermetia illucens*)



✓ Qualche risultato sui conigli

– grasso di HI



➤ 4 diete

➤ 2 FONTI LIPIDICHE: **olio di lino** vs grasso **HI**

➤ 2 LIVELLI DI INCLUSIONE: basso (30 g/kg) vs elevato (60 g/kg mangime)

➤ Periodo di somministrazione: da 35 (svezzamento) a 70 g età



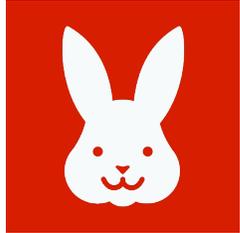
Dalle Zotte et al., 2018



Martins et al., 2018



# MOSCA SOLDATO NERA (*Hermetia illucens*)

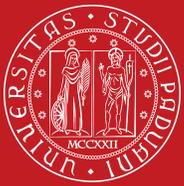


✓ Qualche risultato sui conigli

– grasso di HI



Variabili	Effetto della fonte lipidica?
Prestazioni produttive	NO
Mortalità	NO
Qualità carcassa	NO
Digeribilità	SI (EE) ↓
Profilo acidico (carne coscia) 	SI 🇩🇪
Ossidazione lipidica (carne coscia) 	SI 👍



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

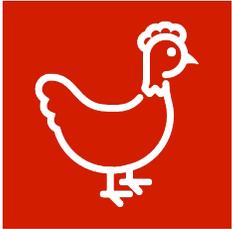
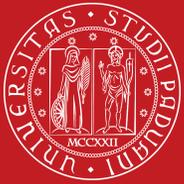
# TARMA DELLA FARINA (*Tenebrio molitor*)

Dipartimento di Medicina Animale,  
Produzioni e Salute – MAPS

*Antonella Dalle Zotte*

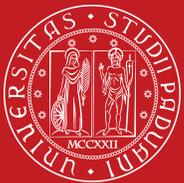


Fonte: Antonella Dalle Zotte

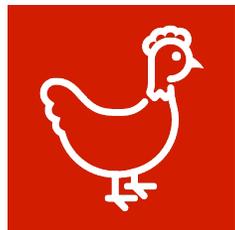


## Qualche risultato su polli e quaglie da carne — FARINA DI *TENEBRIO MOLITOR* (TM)

- la FARINA di *Tenebrio molitor* (TM) può essere inclusa nelle diete al **10%** (completa sostituzione della f.e. soia), senza effetti negativi su accrescimenti e ICA
- **qualità fisico-chimica carne:** risultati contrastanti
- **in un caso:** peggioramento potere di ritenzione idrica carne, aumento azoto basico volatile totale, qualità sensoriale carne di pollo (possibile presenza di grasso ossidato nella farina di TM?)



# TARMA DELLA FARINA (*Tenebrio molitor*)



## Qualche risultato su quaglie ovaiole — LARVE VIVE DI *TENEBRIO MOLITOR* (TM)

somministrate al 10% dell'ingestione giornaliera di alimento

- No morbilità o mortalità
- Significativa stimolazione del comportamento alimentare
- Prestazioni produttive comparabili al gruppo di controllo
- Totale digestione della chitina delle larve
- Qualità chimico-fisiche e shelf-life delle uova comparabili al gruppo di controllo
- Test sensoriale: l'ingestione di larve vive ha prodotto uova con minor intensità aromatica, minor intensità di aroma sulfureo, e minor untuosità

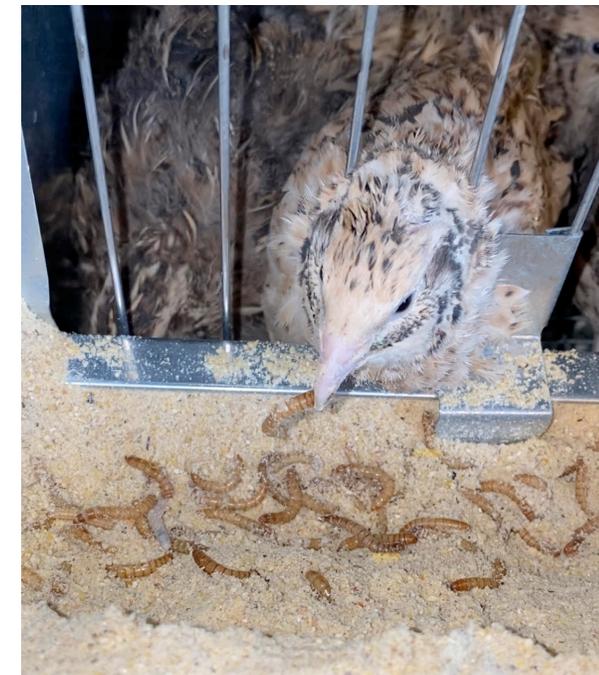


foto: A. Dalle Zotte



## Perché l'interesse per il baco da seta?



Autorizzato dall'UE per l'uso come proteina animale trasformata in acquacoltura, avicoli e suini

### Perché la crisalide del baco da seta è:

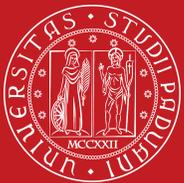
- Un sottoprodotto dell'industria della seta
- Ricco di sostanze nutritive: proteine, grassi (soprattutto acidi grassi polinsaturi – omega-3) ed energia
- Una delle specie di insetti più pregiate che possono sostituire i tradizionali mangimi per gli animali da reddito

### Composizione chimica della crisalide del baco da seta

Proteina	14.7-60.0 (45.0) % SS	
Grasso	8.00-35.0 (22.6) % SS	
Ceneri	4.00-8.60 (5.97) % SS	
Chitina	2.50-4.00 (3.25) % SS	<b>Composti antinutrizionali</b>
1-DNJ <sup>1</sup>	75.0-105 (88.5) mg/100 g	
Energia	19.9-23.2 (21.6) MJ/kg SS	
Ca	0.92-2.92 (1.42) g/kg SS	
P	3.92-13.7 (7.26) g/kg SS	

valore minimo-valore massimo (valore medio);

<sup>1</sup>Deossinojirimicina



# Prova 1: Diete a base di farina di crisalide di baco da seta intera o sgrassata per quaglie da carne

**Obiettivo:** valutare l'effetto sulla digeribilità dei nutrienti e sul microbioma fecale

➤ 42 quaglie assegnate a 3 gruppi alimentari: **Controllo - 12,5% SWM-FULL - 12,5% SWM-DEF**)

SWM-FULL: farina intera di crisalide di baco da seta

SWM-DEF: farina sgrassata di crisalide di baco da seta

Prova di digeribilità



Raccolta campioni



Analisi

Animal 15 (2021) 100112

Contents lists available at [ScienceDirect](#)



ELSEVIER

Animal

The international journal of animal biosciences



Effect of a dietary inclusion of full-fat or defatted silkworm pupa meal on the nutrient digestibility and faecal microbiome of fattening quails

A. Dalle Zotte <sup>a,\*</sup>, Y. Singh <sup>a</sup>, A. Squartini <sup>b</sup>, P. Stevanato <sup>b</sup>, S. Cappellozza <sup>c</sup>, A. Kovitvadhi <sup>d</sup>, S. Subaneg <sup>a,d</sup>, D. Bertelli <sup>e</sup>, M. Cullere <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Animal Medicine, Production and Health, MAPS, University of Padua, Agripolis, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Padova, Italy

<sup>b</sup> Department of Agronomy, Food, Natural Resources, Animals and Environment, DAFNAE, University of Padua, Agripolis, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Padova, Italy

<sup>c</sup> Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Agriculture and Environment (CREA – AA), Sericulture Laboratory of Padua, Via Eulero 6a, 35143, Padova, Italy

<sup>d</sup> Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, 10900 Bangkok, Thailand

<sup>e</sup> Department of Life Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, Via Campi 103, 41125 Modena, Italy



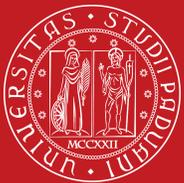


# Prova 1: Diete a base di farina di crisalide di baco da seta intera o sgrassata per quaglie da carne

	Significatività	Risultati principali
Ingestione di sostanza secca	**	Superiore in SWM-DEF
Feci	**	Contenuto maggiore nei gruppi SWM-DEF e SWM-FULL
Digeribilità apparente	***	<b>Peggiorata</b> a causa della presenza di chitina e 1-DNJ
Appetibilità del mangime	**	le quaglie hanno preferito la dieta di controllo rispetto alle diete a base di SWM
Microbioma	*	le famiglie e le specie più abbondanti erano quelle la cui crescita era stimolata dalla presenza dell' <b>amido</b> (effetto indiretto del SWM)

\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$

**il 12,5% di inclusione è eccessivo!**



# Prova 2: Diete a base di farina di crisalide di baco da seta intera per le quaglie ovaiole

- 240 quaglie di 63 giorni assegnate a 4 trattamenti alimentari:  
Controllo + 3 livelli inclusione crisalide baco da seta (SWM): 4%, 8% e 12%



## Prestazioni produttive:

1. Produzione uova
2. Peso uova
3. Indice di conversione alimentare

## Qualità delle uova:

1. Analisi fisiche
2. Analisi chimiche
3. Analisi sensoriale
4. Conservabilità



Open Access Article

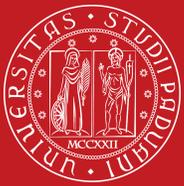
### Potential of Full-Fat Silkworm-Based Diets for Laying Quails: Performance and Egg Physical Quality

by Yazavinder Singh <sup>1</sup> , Marco Cullere <sup>1</sup> , Davide Bertelli <sup>2</sup> , Severino Segato <sup>1</sup> ,  
 Giovanni Franzo <sup>1</sup> , Antonio Frangipane di Regalbano <sup>1</sup> , Paolo Catellani <sup>1</sup> ,  
 Cristian Taccioli <sup>1</sup> , Silvia Cappellozza <sup>3</sup> and Antonella Dalle Zotte <sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Animal Medicine, Production and Health, MAPS, University of Padua, Agripolis, Viale dell'Università 16, Legnaro, 35020 Padova, Italy  
<sup>2</sup> Department of Life Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, Via Campi 103, 41125 Modena, Italy  
<sup>3</sup> Sericulture Laboratory, Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Agriculture and Environment (CREA-AA), Via Eulero 6a, 35143 Padova, Italy

*Animals* **2023**, *13*(9), 1510; <https://doi.org/10.3390/ani13091510>





## Prova 2: Diete a base di farina di crisalide di baco da seta non sgrassata per le quaglie ovaiole

	Significatività	Risultati principali
Produzione di uova	**	Aumento lineare con l'aumento dei livelli di inclusione SWM
Peso dell'uovo	ns	Nessuna differenza
Indice di conversione alimentare	***	Peggiorato con livelli di inclusione 8% e 12%
Caratteristiche fisiche dell'uovo	*	Peso del guscio inferiore e pH superiore per 12% inclusione
Composizione centesimale e profilo aminoacido dell'uovo <sup>§</sup>	ns	Nessuna differenza
Contenuto di acidi grassi dell'uovo <sup>§</sup>	***	Ricco di acido linolenico (omega-3)

ns: non significativo; \* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$



## Farina di crisalide di baco da seta (SWM) per quaglie ovaiole:

- ❑ Le diete basate su SWM sono state in grado di **migliorare la produzione di uova** senza determinarne modifiche rilevanti nelle caratteristiche fisicochimiche e qualitative
- ❑ È stato osservato un effetto negativo dei livelli di inclusione 8% e 12% sull'indice di conversione alimentare attribuibile ai fattori antinutrizionali (**chitina e 1-DNJ**)
- ❑ Dieteticamente interessante la **correlazione positiva tra inclusione e livello di inclusione di SWM e contenuto di acidi grassi della serie omega-3 nell'uovo**



# Prova 3: Dieta a base di olio di baco da seta per conigli

100% sostituzione (13 g/kg) dell'olio di girasole con olio di baco da seta (SWO)



Prova Digeribilità

24 conigli suddivisi nei gruppi sperimentali: controllo e SWO

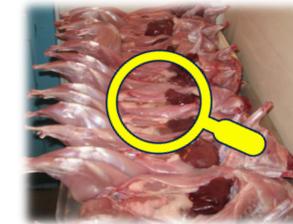


Adattamento: 7 giorni

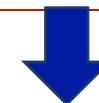
Raccolta campioni: 4 giorni

Analisi

Prova Qualità della carne



64 conigli di 7 settimane di età alloggiati in gabbie bicellulari e suddivisi nei gruppi sperimentali: controllo e SWO



Macellazione (10 settimane di età)

Carcasse utilizzate per le analisi della carne: caratteristiche fisico-chimiche, sensoriali e conservabilità

## RESEARCH ARTICLE

### Silkworm (*Bombyx mori* L.) oil in growing rabbit nutrition: effects on meat physicochemical traits, sensory profile and shelf-life

M. Cullere <sup>1</sup>, Y. Singh <sup>1</sup>, Z. Gerencsér <sup>1</sup>, Z. Matics <sup>1</sup>, S. Cappellozza <sup>1</sup>, A. Dalle Zotte <sup>1</sup>

\*Corresponding author: [antonella.dallezotte@unipd.it](mailto:antonella.dallezotte@unipd.it)

Journal of Insects as Food and Feed: 8 (7)- Pages: 733 - 741

<https://doi.org/10.3920/JIFF2021.0084>

Published Online: September 30, 2021

Meat Science 193 (2022) 108944

Contents lists available at ScienceDirect

Meat Science

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/meatsci](http://www.elsevier.com/locate/meatsci)



ELSEVIER



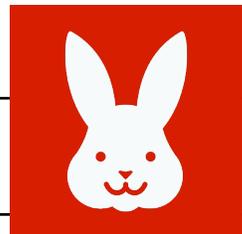
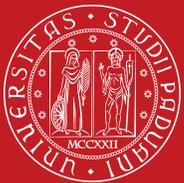
Feeding silkworm (*Bombyx mori* L.) oil to growing rabbits improves the fatty acid composition of meat, liver and perirenal fat

A. Dalle Zotte <sup>a,\*</sup>, Y. Singh <sup>a</sup>, Zs. Gerencsér <sup>b</sup>, Zs. Matics <sup>b</sup>, Zs. Szendrő <sup>b</sup>, S. Cappellozza <sup>c</sup>, M. Cullere <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Animal Medicine, Production and Health, University of Padua, Agripolis, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Padua, Italy

<sup>b</sup> Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus, H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40, Hungary

<sup>c</sup> Council for Agricultural Research and Economics, Research Centre for Agriculture and Environment (CREA – AA), Sericulture Laboratory of Padua, Via Eulero 6a, 35143 Padua, Italy



	Significatività	Risultati principali
Digeribilità	ns	Ingestione di sostanza secca e digeribilità apparente dei nutrienti e dell'energia sono rimasti inalterati
Arti posteriori	*	Peso superiore nel gruppo SWO rispetto al controllo
Qualità fisica della carne	ns	Nessuna differenza
Composizione centesimale della carne	ns	Nessuna differenza
Acidi grassi della carne	*	Carne SWO ricca di acido linolenico (omega-3)
Profilo sensoriale della carne	ns	Nessuna differenza

ns: non significativo; \* $p < 0.05$



## Olio di baco da seta per conigli:

- L'olio del baco da seta fornisce carne ricca di acidi grassi essenziali (omega-3) evitando i possibili effetti collaterali negativi causati dalla presenza di 1-DNJ e chitina nella farina di baco da seta
- La sostituzione completa dell'olio di girasole non ha alterato le caratteristiche reologiche della carne di coniglio né le qualità fisiche e sensoriali, inclusa la sua stabilità ossidativa (7 giorni)
- Si è rivelato **un'ottima fonte di energia e di acido linolenico** (n-3) per i conigli in crescita ed è stato in grado di migliorare la qualità nutrizionale della carne

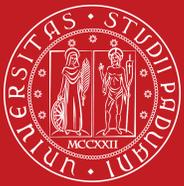


IN CONCLUSIONE

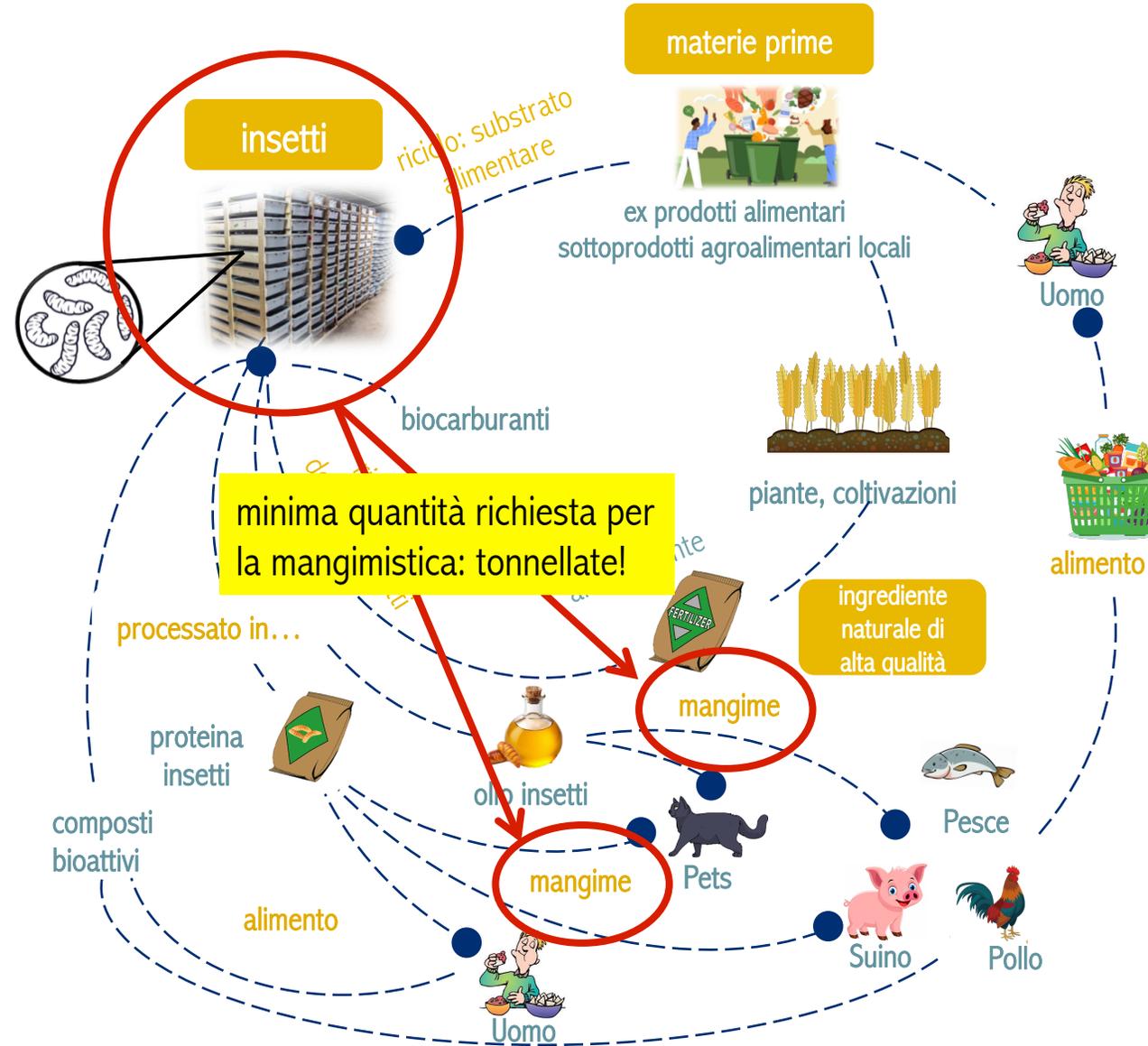


## Insetti e loro prodotti possono potenzialmente sostituire fonti proteiche ed energetiche convenzionali in alimentazione animale

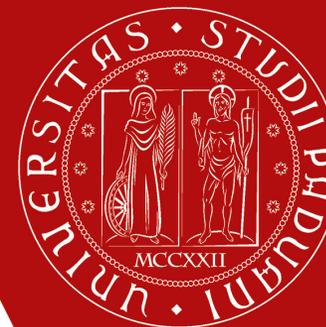
- a) sono sicuri (se il substrato è sicuro— controllo della filiera produttiva)
- b) ricchi in nutrienti
- c) composti bioattivi (immunomodulatori, antimicrobici, antiossidanti): > salute animale
- d) effetti sulle prestazioni produttive (positivi o negativi) sono dose-dipendenti (chitina)
- e) la somministrazione di larve vive migliora il benessere degli animali
- e) la qualità dei prodotti ottenuti **dipende dalla specie di insetto utilizzata**



# FILIERA POTENZIALE



MAPS



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Grazie per la vostra attenzione

Contatto: [antonella.dallezotte@unipd.it](mailto:antonella.dallezotte@unipd.it)

