

Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

Michela Bertola

Ricercatrice Sanitaria, Veterinaria

Laboratorio di Parassitologia, Micologia ed Entomologia Sanitaria

Unità artropodi vettori e patogeni trasmessi – SCS3

LA PREVENZIONE NEL MONDO CHE CAMBIA (II Parte)

Folgaria, 17/03/2022

● Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

- Introduzione
- Allevamento
- Salute
- Benessere



● Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

- **Introduzione**

- Allevamento
- Salute
- Benessere

● Introduzione: una nuova sfida per i Veterinari

Realtà in divenire: gli **insetti** sono **animali di allevamento**

Ogni specie di insetto ha **caratteristiche biologiche ed ecologiche peculiari**

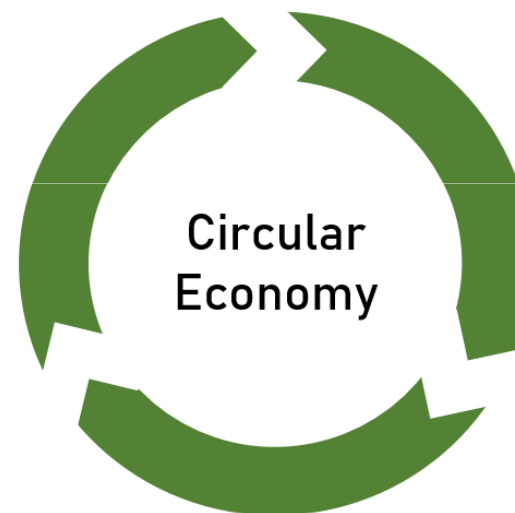
I **Veterinari** necessitano di **preparazione specialistica** a riguardo a: allevamento, salute e benessere

● Introduzione: Perché allevare insetti

- Uso suolo
 - Impronta idrica
 - Emissioni di gas serra
 - Scarto macellazione
- 

- Fecondità
 - Tasso di crescita
 - Tasso di conversione alimentare
 - Valore nutrizionale
 - Contenuto proteico
- 

Produzione **sostenibile**
a certe condizioni



(Imathiu et al. 2020, *NFS Journal*)

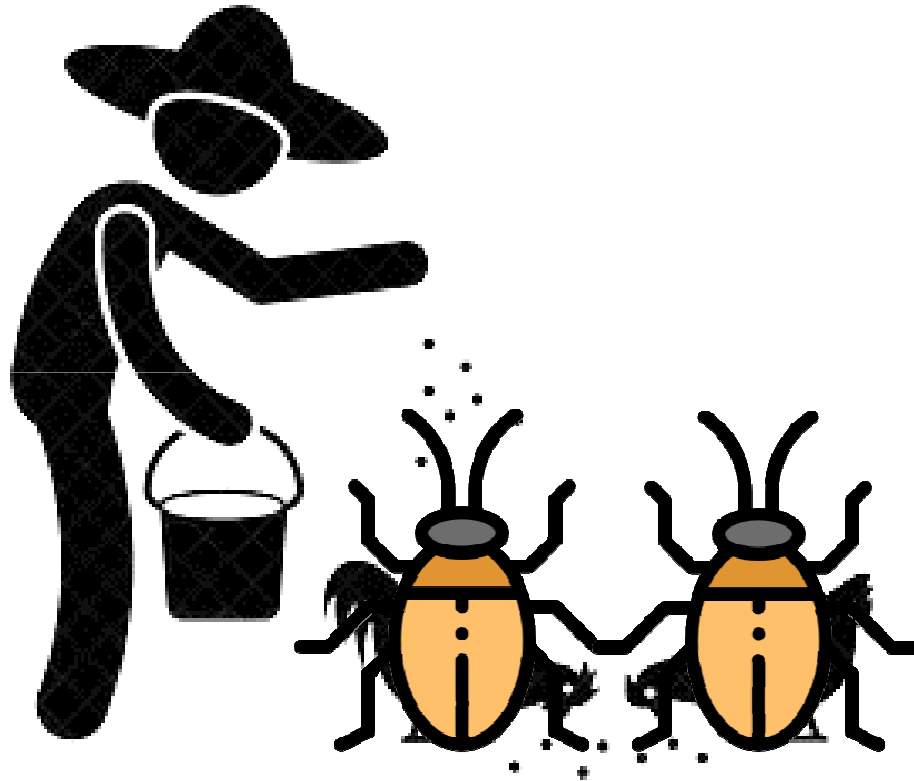
● Introduzione: Allevamento per cosa? ... non solo entomofagia

- Cibo (Tradizionale e Novel food in UE)
- Mangime
- Prodotti derivati con valore commerciale (miele, seta, coloranti/additivi, biodiesel, nutraceutici, etc ...)
- Pets (collezionismo, canto, combattimento)



● Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

- Introduzione
- **Allevamento**
- Salute
- Benessere



● Allevamento: **Tipi** di allevamento

92%

Selvatici



6%

Semi-domesticati



2%

Allevati



(Murefu et al. 2019, *Food Control*; Yen 2015, *Insects*; Van Itterbeeck and van Huis 2012, *J Ethnobiol Ethnomed*)

● Allevamento: **raccolta in natura**

- **88%** delle specie di insetti raccolti in natura sono **terrestri**
- 12% sono specie raccolte da ecosistemi **acquatici**

(Zhao et al. 2021, *Foods*; Yen 2015, *Insects*)



East Africa, 2020



Las Vegas, 2019

● Allevamento: raccolta in natura?



R CONTENUTO PER GLI ABBONATI PREMIUM

f t in ✉ 🔗 📌

Le cavallette si mangiano la Sardegna

di Gabriella Saba



▲ *Dociostaurus maroccanus*. In Sardegna sono apparse nel 2019: erano poche centinaia di migliaia, l'anno scorso 4 miliardi. In basso, la zona tra Ottana e Bolotana, la più flagellata dall'invasione delle cavallette. Victor Suarez / Alamy / ipa

Le prime arrivarono nel 2019, quando gli allevatori lasciarono i campi incolti per la crisi del latte. Oggi sono diventate miliardi. E contro le cavallette si schiera persino l'esercito

- NUORO, 22 FEB - Il vertice di oggi sarà l'occasione per programmare un intervento che debelli le cavallette nel centro Sardegna, un'emergenza sociale ed economica che dal 2017 mette in ginocchio coltivatori e allevatori.
- Nel 2022 gli ettari interessati dall'invasione di cavallette erano 60mila ma quest'anno rischiano di raggiungere i 100mila

● Allevamento: **raccolta in natura**

Caratteristiche	Cattura in natura
Variabilità geografica	✓
Stagionalità e ciclicità	✓
Numerosità	±
Alimentazione	✗
Stato sanitario	✗
Produzione	✗
Lavorazione e conservazione	✓
Danni	✓



- Indicatori ambientali
- **Stato sanitario ignoto** (agenti patogeni e/opportunisti)
- **Bioaccumulazione** di contaminanti:
 - Metalli pesanti (Hg, Pb, Cd, Cr, ...)
 - Pesticidi: imidacloprid e fipronil
 - Sostanze tossiche di cui si cibano
 - Microplastiche

● Allevamento: **semi-domesticati**

Associati spesso
a una specifica
cultura/specie
vegetale



Aegiale hesperiaris e Agave →
Mezcal col verme



Gonimbrasia belina (mopane worms)
e mopane (albero farfalla)

● Allevamento: **semi-domesticati**

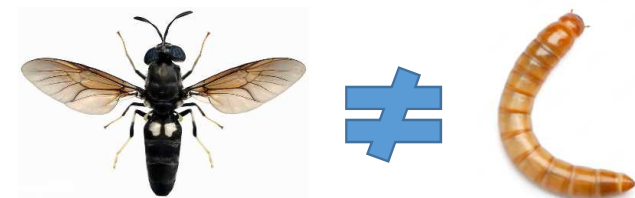
Caratteristiche	Cattura in natura
Variabilità geografica	✓
Stagionalità e ciclicità	✓
Numerosità	+/-
Alimentazione	+/-
Stato sanitario	+/-
Produzione	+/-
Lavorazione e conservazione	✓
Danni	✗



● Allevamento: **allevamento vero e proprio**



- Grado di **industrializzazione molto variabile**
- Metodi e attrezzature di allevamento strettamente **specie-specifici**



● Allevamento: **allevamento vero e proprio**

Caratteristiche	Cattura in natura
Variabilità geografica	✗
Stagionalità e ciclicità	✗
Numerosità	✗
Alimentazione	✓
Stato sanitario	✓
Produzione	✓
Lavorazione e conservazione	✓
Danni	✗

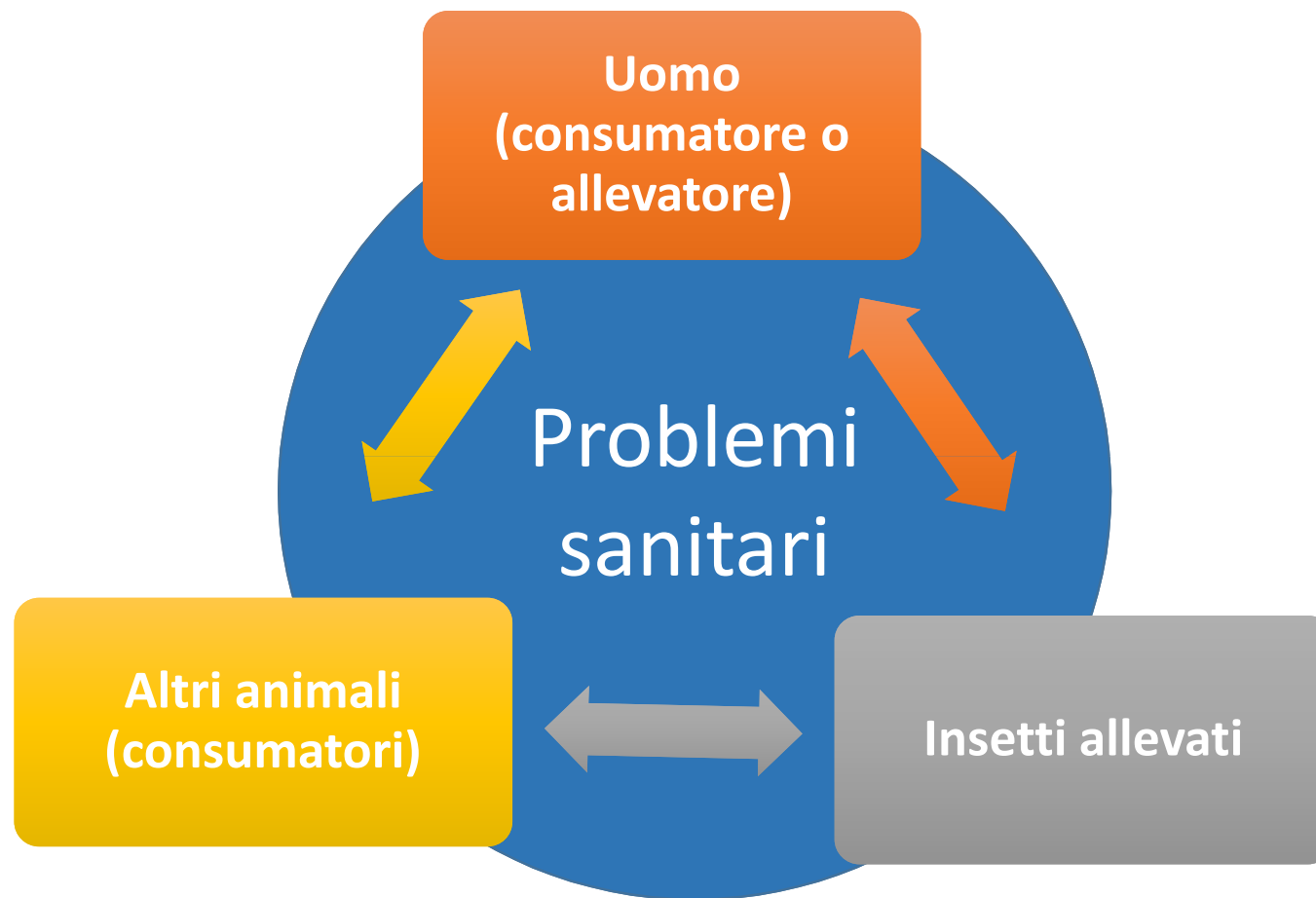


● Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

- Introduzione
- Allevamento
- **Salute** → ... ma per chi?
- Benessere



● Salute: ... ma per chi?





● Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

- Introduzione
- Allevamento
- **Salute**
- Benessere



I principali problemi sanitari nell'allevamento di insetti edibili

- Per gli insetti allevati
- Nel consumo e manipolazione degli insetti edibili (uomo)
- Per gli animali (che consumano insetti)

● Salute: **per gli insetti allevati**

Categoria pericoli	Dettaglio
Biologici	Virus, batteri, protozoi, funghi, nematodi, parassitoidi, ...
Chimici	Sostanze tossiche in dieta/ambiente (aria, strutture) o in seguito a stress o diete squilibrate
Fisici-meccanici	Gestione-manipolazione errata, stabulazione non idonea (T, UR, gabbie, CE)
Alimentari	Dieta non adatta
Genetici	Malattie genetiche, inbreeding

ABIOTICI + BIOTICI

● Salute: per gli insetti allevati

Pericoli biologici per gli insetti allevati
→ **ENTOMOPATOGENI**

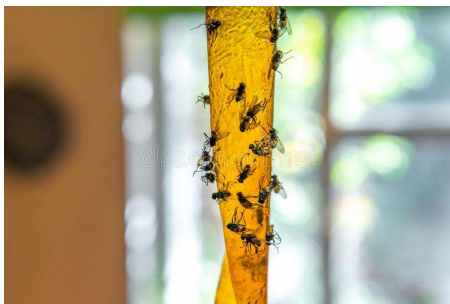
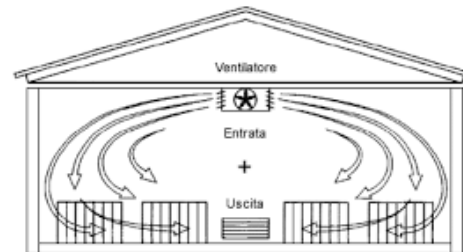
- Virus
 - Batteri
 - Protozoi
 - Funghi
 - Nematodi
 - Parassitoidi
- Elevate densità di allevamento e condizioni di allevamento → tasso di trasmissione aumenta
 - Diverse vie di introduzione possibili
 - ! Diverse strategie di prevenzione e controllo !



● Salute: per gli insetti allevati

Possibili fonti di introduzione:

- Aria
- Personale
- Insetti allevati/introdotti
- Mangime
- Substrati ovideposizione e lettiera
- Pests



● Salute: per gli insetti allevati

Sano



Malato



★ Possibilità di più agenti patogeni insieme (virus & acaro)

Baculovirus (DNA) = rigonfiamento, perdita consistenza, cambiamento colore, letargia in *Bombyx mori*

Iflavirus (RNA) = deformazione ali in *Apis mellifera*

● Salute: per gli insetti allevati

Acheta domesticus e virus



Orthopteran Species	Virus Family	Virus Genus	Virus Species	Virus Characteristics	Type of Infection	Vector Status	Stage Involved	Symptoms or Mortality
	Baculoviridae	Alphabaculovirus	AcMNPV, AcM-NPV, AaIT, AcJHE.SG, AcMNPV	dsDNA	E	M	adult	no
	Dicistroviridae	Cripavirus	BCV	ssRNA	N	M	adult	no
	Dicistroviridae	Cripavirus	CrPV	ssRNA	N	B	nd	yes
	Iflaviridae	Iflavirus	AdIV	ssRNA	N	B	adult/nymph	no
	Iflaviridae	Iflavirus	Chequa iflavirus	ssRNA	E	Bi	nd	no
	Iridoviridae	Iridovirus	CrIV	dsDNA	N, E	B	adult/nymph	yes
	Iridoviridae	Iridovirus	IIV-6	dsDNA	E	B	nymph	yes
	nd	nd	AdVVV	ssDNA	N	nd	nd	nd
	Parvoviridae	nd	AdMADV	ssDNA	N	nd	nd	nd
	Parvoviridae	Densovirus	AdDNV	ssDNA	N, E	B	adult/nymph	yes
	Parvoviridae	Densovirus	PmergDNV	ssDNA	E	Bi	nd	yes
	Phenuiviridae	nd	Bunya-like virus	ssRNA	E	Bi	nd	no
	Solinviridae	Invictavirus	SINV-3	ssRNA	E	M	adult/nymph	no
	Nudiviridae	Alphanudivirus	GbNV	dsDNA	N	B	adult/nymph	yes

Viruses 2021, 13, 2280. <https://doi.org/10.3390/v13112280>

● Salute: per gli insetti allevati

• **Acheta domesticus densovirus**

- Endemico da 35 anni in Europa vs epidemico in USA
- Tutti gli stadi sono suscettibili
- Perdita di consistenza, dimensioni ridotte, ridotta fertilità, lentezza, difficoltà a saltare, perdita di coordinazione
- I grilli si sdraiano sulla schiena, paralizzati, prima di morire
- La **mortalità (fino al 100%) si verifica 2-3 giorni** dopo la comparsa dei primi sintomi
- Trasmissione orale
- Protocollo diagnostico (usato da IZSve)



Addome gonfio e tessuto interno liquefatto (freccia) a causa di infezione da *A. domesticus densovirus* (AdDV)

● Salute: per gli insetti allevati



Acheta domesticus
particolarmente sensibile



Grillodes sigillatus e *Gryllus bima-*
culatus **meno sensibili**



Gryllus assimilis
resistente

- Possibilità di latenza e ri-emergenza in condizioni stressanti
- Attenzione al processo di produzione! Introduzione-gestione
- Scegliere solo specie resistenti per allevamento?

● Salute: per gli insetti allevati

- Batteri con diversi rapporti con insetto:

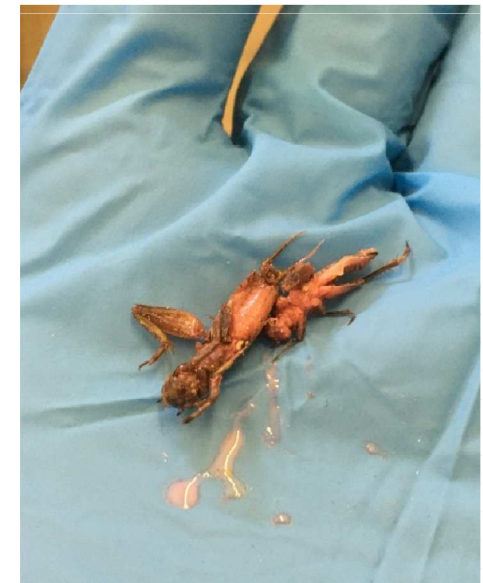
- Simbionti
- Commensali
- **Entomopatogeni**
- Saprofiti
- Opportunisti



Generi patogeni per insetti: *Bacillus*, *Serratia*, *Pseudomonas*, *Paenobacillus*, *Micrococcus*, *Xenorhabdus*

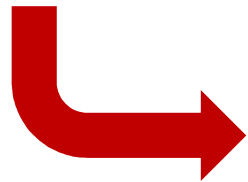
- Trasmissione: orale o tramite nematodi/parassitoidi
- Diffusione tramite parete intestinale → melanizzazione, liquefazione, variazione di colore

(Grabowski and Klein 2017, *Int J Food Microbiol*)



● Salute: per gli insetti allevati

- Parassiti esterni (*Varroa destructor* e *Apis mellifera*)
- Contaminanti ambientali/derrate:
 - Specie primarie: si nutrono direttamente della derrata alimentare
 - Specie secondarie: specie predatrici che si nutrono di altri acari
 - Specie terziarie: si nutrono di muffe e funghi che si sviluppano sulle derrate



Possono provocare dermatiti pruriginose e reazioni allergiche in soggetti sensibili

● Salute: per gli insetti allevati

Orizzontale: tramite
vettori meccanici

Acheta domesticus (F0)



Phoridae megaselia



Acheta domesticus (F0 e F1)



Verticale: substrato
ovideposizione



Acarus siro e
Lackerbaueria spp.

● Salute: per gli insetti allevati

• Chimici

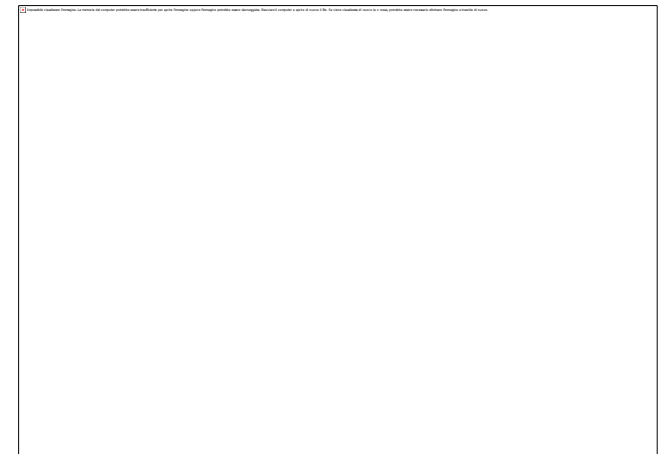
- Possibili sostanze chimiche tossiche in ambiente (pesticidi, metalli pesanti) o produzione di sostanze tossiche

• Fisici-meccanici

- Gestione-stabulazione errata (strutture/gabbie/substrati/lettieria)
- Manipolazione errata (lesioni, stress)
- Condizioni di allevamento non idonee (temperatura, umidità, fotoperiodo)
- Sovraffollamento



Vs



Insetti sono
eterotermi

● Salute: per gli insetti allevati

• Alimentari

- Dieta deve essere completa ed adatta a specie/stadio/parametri ambientali
- Possibilmente non selezionabile e sempre disponibile
- Dieta = potenziale fonte di introduzione di microrganismi patogeni e sostanze chimiche
- Potenziale bio-accumulazione di sostanze tossiche (plastiche, metalli)



! Nota: Gli insetti edibili in UE **NON** possono essere alimentati con scarti di macellazione, letame e rifiuti della ristorazione! !

● Salute: per gli insetti allevati

• Alimentari

- I prodotti utilizzati per l'alimentazione degli insetti sono soggetti ad essere infestati da organismi indesiderati
 - Muffe
 - Acari
 - Altri insetti (Liposcelis)



● Salute: per gli insetti allevati

• Genetici

- Malattie genetiche
 - cicli vitali brevi = molte generazioni in poco tempo = facilità di selezione
 - Negli allevamenti vengono selezionati caratteri «positivi» che sono però evidenti in determinati condizioni di allevamento (dieta, temperatura, fotoperiodo, ecc...)
 - Variazioni delle condizioni di allevamento o l'insorgenza di una mutazione negativa può portare alla perdita di molti soggetti allevati
- Inbreeding necessaria re-introduzione periodica di nuovi esemplari
- Quarantena necessaria?
- Analisi prima di immissione in allevamento?

● Salute: **per gli insetti allevati**

La corretta gestione dell'allevamento è fondamentale!

Introduzione di patogeni



Necessario attuare attente misure di biosicurezza per **ridurre il rischio di ingresso di patogeni**:

movimentazione di materiali e/o persone, gestione dell'ingresso di nuovi insetti, gestione dei substrati utilizzati per alimentazione, adesione a buone prassi igieniche

Errori di management possono favorire la patogenicità dei patogeni presenti



Fondamentale creare **ambienti idonei** alla crescita degli insetti in termini di densità e di parametri gestionali quali temperatura, umidità ecc.

● Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

- Introduzione
- Allevamento
- **Salute**
- Benessere



I principali problemi sanitari nell'allevamento di insetti edibili

- Per gli insetti allevati
- Nel consumo e manipolazione degli insetti edibili
- Per gli animali (che consumano insetti)

● Salute del **consumatore e allevatore** di insetti edibili



Allevatore
(manipolazione e/o
ispirazione)



Consumatore (ingestione food/feed)



Proprietario di pets
(manipolazione)

● Salute del **consumatore e allevatore** di insetti edibili

Categoria pericoli	Dettaglio
A limentari	Allergeni , sostanze anti nutrizionali
B iologici	Virus, batteri, protozoi, funghi, nematodi, parassitoidi
C himici	Sostanze tossiche endogene/esogene

(Murefu et al. 2019, *Food Control*; Poma et al. 2017, *Food Chem Toxicol*; EFSA, 2015)



! ATTENZIONE:
corretta scelta della
specie d'insetto !



- In funzione di **specie** e stadio di sviluppo dell'insetto, **metodo di produzione** e **substrato** utilizzato durante allevamento
- Attenzione anche alle pratiche di **trasformazione** (es: CE), o alle condizioni di **conservazione** e **trasporto**

● Salute del **consumatore e allevatore** di insetti edibili

• **Allergeni**

- **Filogeneticamente simili** ai crostacei (cross-reattività tra i membri della classe Arthropoda, crostacei, insetti e aracnidi, e con altri invertebrati, molluschi e nematodi)
- **Elevato contenuto proteico** (arginina kinasi, alfa-amilasi, tropomiosina)


Fenomeni allergici


Allergia per **ingestione** (allergia, intolleranza, shock anafilattico)


Allergia per **inalazione e contatto**
(forme respiratorie e cutanee)


allergie
professionali

● Salute del **consumatore e allevatore** di insetti edibili

• **Allergeni**

- Negli Stati Uniti la prevalenza di allergie da blatte varia dal 17% al 41% in vari studi che coinvolgono sia i bambini che gli adulti

- 18% delle reazioni fatali al cibo in Cina come risultato di consumo insetti

(Ji et al. 2009, *Trends Food Sci Technol*)



● Salute del **consumatore e allevatore** di insetti edibili

• **Allergeni**

- Casi segnalati tra il **personale di laboratorio** assegnato alla manutenzione di allevamenti di insetti
- Altre allergie professionali: agricoltori, lavoratori agricoli e **fornai**

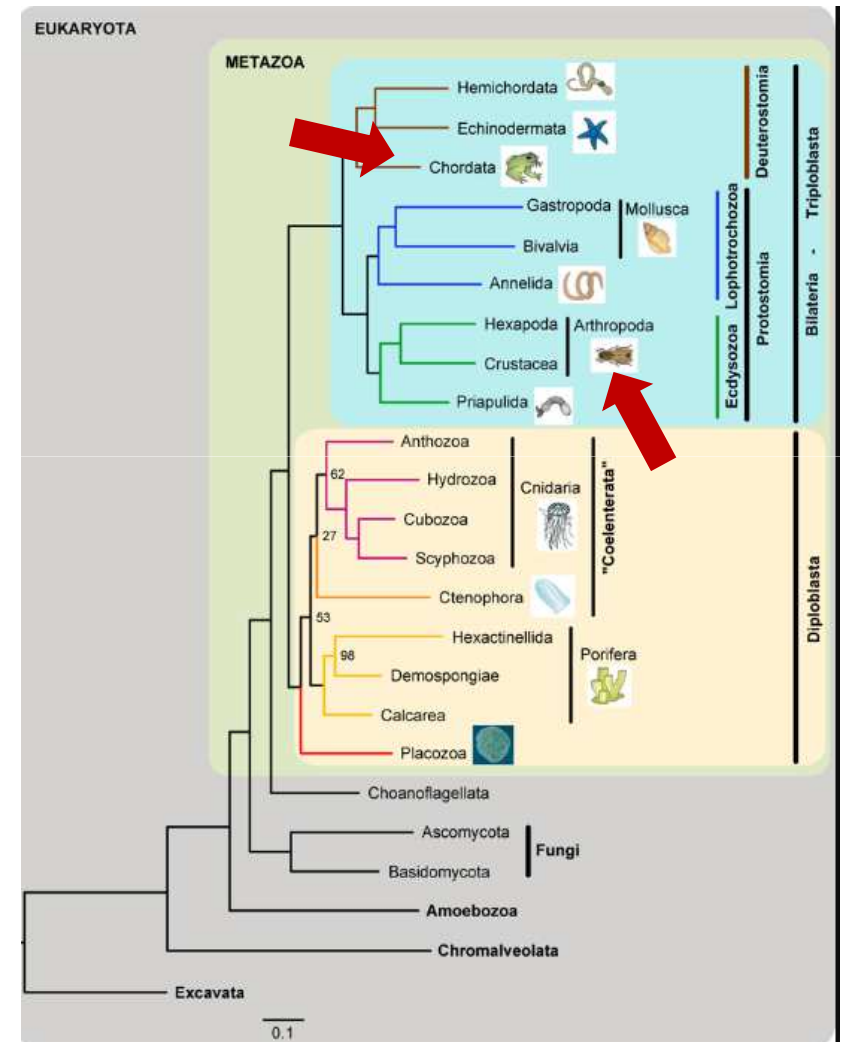


● Salute del consumatore e allevatore di insetti edibili

Rischio infettivo

In generale i patogeni propri degli insetti (entomopatogeni) NON colpiscono gli animali e non sono zoonotici

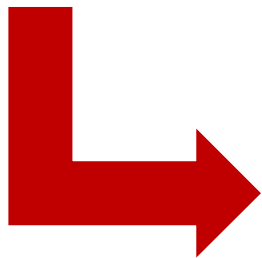
grande distanza filogenetica fra
insetti e mammiferi



● Salute del **consumatore e allevatore** di insetti edibili

• **Rischio infettivo**

- Insetti possono essere veicoli passivi di patogeni per l'uomo
- I rischi infettivi associati agli insetti saranno quindi principalmente dovuti a:
 - **Trasporto meccanico** (naturale o accidentale) di batteri/protozoi/funghi (e le loro tossine)
 - **Condizioni, substrati e mangimi dell'allevamento**
 - **Manipolazione, lavorazione e conservazione** prodotto a base di insetti



- Good farming practices + HACCP
- Uso trattamenti durante processazione (es: essiccazione, bollitura)



● Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

- Introduzione
- Allevamento
- **Salute**
- Benessere



I principali problemi sanitari nell'allevamento di insetti edibili

- Per gli insetti allevati
- Nel consumo e manipolazione degli insetti edibili
- Per gli animali (che consumano insetti)

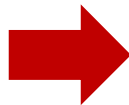
● Salute degli **animali** che consumano insetti

• Virus

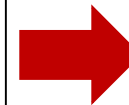
MECHANICAL VECTOR



*Musca
domestica*



- avian influenza virus (AIV), both high and low pathogenic strains
- turkey coronavirus (TCV)
- Newcastle disease virus (NDV)
- reticuloendotheliosis virus (REV)
- porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV)
- porcine circovirus genotype 2 (PCV2b)
- porcine epidemic diarrhea virus (PEDV)
- African swine fever virus (ASF)
- Aujeszky's virus (PRV-1)
- senecavirus A (SVA)
- Rift Valley fever virus (RVFV)
- Aleutian mink disease virus (AMDV)
- lumpy skin disease (LSDV)



Salute degli **animali** che consumano insetti

• Virus

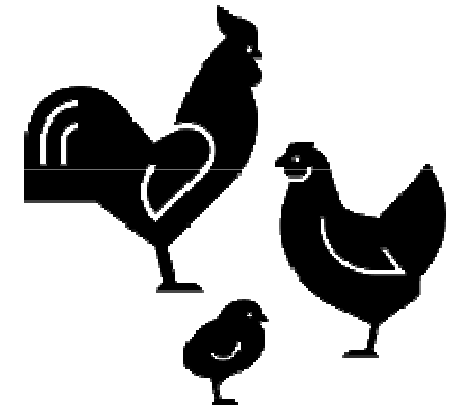
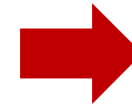


*Alphitobius
diaperinus*



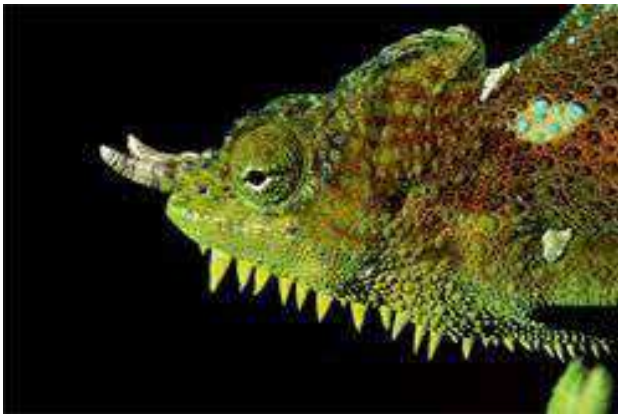
MECHANICAL VECTOR

- Marek's disease
- avian leucosis virus
- fowl pox virus (FWPV)
- infectious bursal disease virus (IBDV)
- Turkey coronavirus (TCV)
- Newcastle disease viruses
- infectious laryngotracheitis virus (ILT)
- reovirus 24



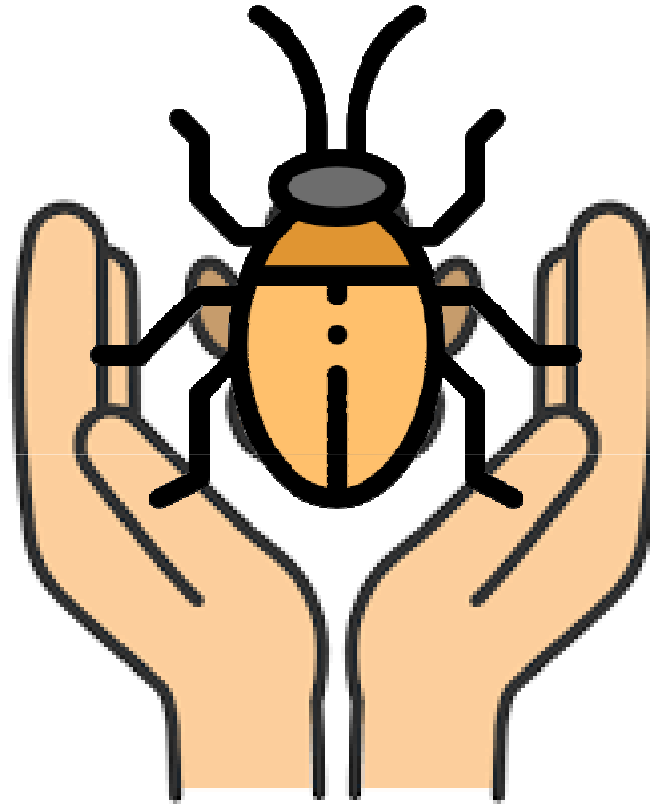
● Salute degli **animali** che consumano insetti

- Gryllus bimaculatus iridescent virus (GbIV) rinvenuto in tre diverse specie di rettili (Just et al. 2001, *J Vet Med*; Weinmann et al. 2007, *J Vet Diagn Investig*)
- Lizard-cricket iridovirus (Liz_CrIV), nuovo ceppo di CrIV, isolato da grilli, rettili e anfibi (Papp et al. 2014, *J Zoo Wildl Med*; Papp et al. 2019, *Viruses*)



● Allevare insetti edibili: una nuova sfida?

- Introduzione
- Allevamento
- Salute
- **Benessere**



● Benessere

- Norme per la protezione degli animali allevati

Trasversale

Tutti gli animali allevati: Dir. 98/58/CE (D.Lgs 146/2001)

Trasporto: Reg. 1/2005 (per finalità commerciali)

Macellazione: Reg. 1099/2009 (escluso consumo domestico privato avicoli)

Produzioni biologiche: Reg 464/2020 e Reg 848/2018

Specifica

Ovaiole: Dir. 199/74/CE (D.Lgs 267/2003)

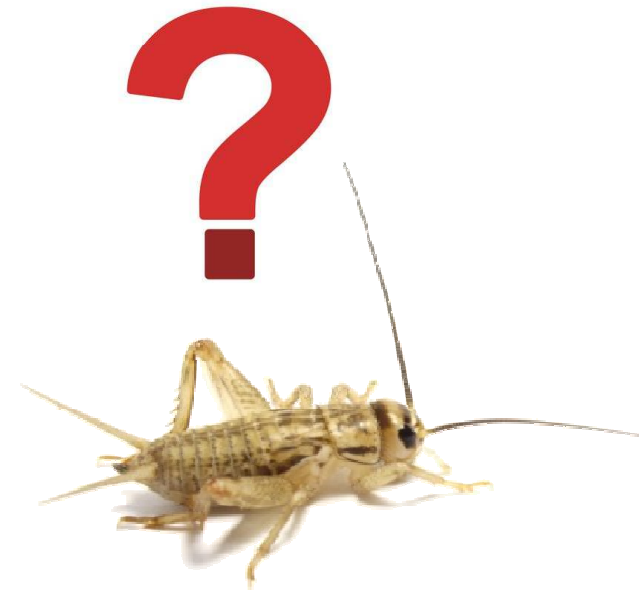
Polli da carne: Dir. 2007/43/CE (D.Lgs 181/2010)

Suini: Dir. 2008/120/CE (D.Lgs 122/2011)

Vitelli: Dir. 2008/119/CE (D.Lgs 126/2011)

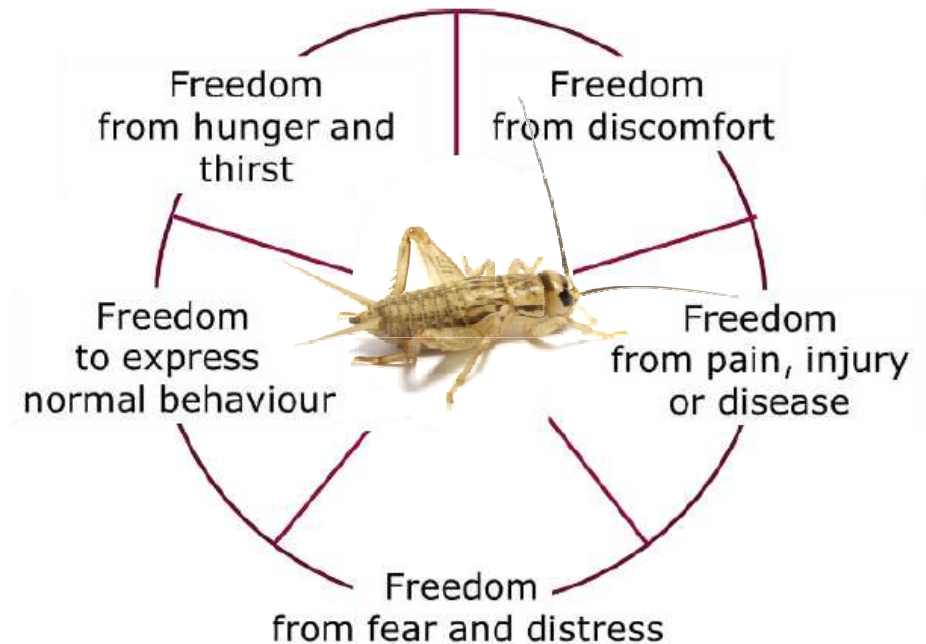
Utilizzo a fini scientifici: Dir. 2010/63/CE (D.Lgs 26/2014)

Cefalopodi



● Benessere

- In **assenza di obblighi normativi** gli allevamenti pionieristici hanno sviluppato buone pratiche non rese pubbliche per motivi di segreto industriale
- L'autorità per la sicurezza alimentare finlandese e la *International Platform of Insects for Food and Feed* (IPIF) hanno promosso linee guida sulla base delle Cinque Libertà (Brambell, 1965)



● I principali problemi sanitari per gli insetti allevati



● Benessere

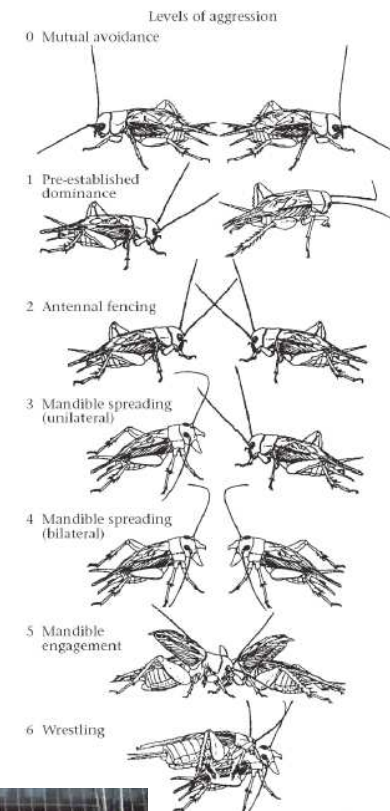
- **Comfort ambientale:** importanza di conoscere i **bisogni fisiologici e etologici**: t°, UR, ventilazione, luminosità, pulizia, presenza di arricchimenti ambientali, definizione di densità idonee...



● Benessere

• **Analisi etologica:** quanto è applicabile?

- Definire **l'etogramma**
- Definire gli obiettivi
- Misurazione: frequenza, durata, intensità
- Metodi di campionamento:
 1. *Ad libitum sampling*
 2. *Focal sampling*
 3. *Scan sampling*
 4. *Behaviour sampling*



?



GRAZIE PER L'ATTENZIONE