



(GO) Gruppo Operativo Bioconversione

Progetto Valoriz.Zoo

Valorizzazione dei reflui zootecnici
mediante tecnologia innovativa
basata sull'utilizzo dell'insetto
bioconvertitore *Hermetia illucens*

PSR Basilicata 2014-2020

Misura 16 – Cooperazione

Sottomisura 16.1 - Sostegno per la costituzione e la gestione
dei Gruppi Operativi del PEI in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura





HERMETIA ILLUCENS



Esemplare adulto

HERMETIA ILLUCENS (Linnaeus, 1758) è un dittero della famiglia Stratiomyidae; la specie è originaria del continente americano, ove è conosciuta come black soldier fly ("mosca soldato nera"), ma ha attualmente una distribuzione cosmopolita.^[1] Le larve di questo dittero si rinvencono frequentemente negli impianti di compostaggio e di smaltimento dei rifiuti, all'interno dei quali svolgono un utile ruolo nella riduzione della massa e del carico inquinante dei rifiuti stessi^[2]; rivestono inoltre un ruolo

significativo in entomologia forense. L'adulto presenta medie dimensioni, con corpo lungo 15-20 mm, di colore prevalentemente nero, con riflessi metallici dal blu al verde sul torace e talora con estremità dell'addome rossastra.

Il capo è largo, con occhi molto sviluppati. Le antenne sono lunghe circa il doppio della testa. Le zampe sono nere con tarsi biancastri. Le ali sono membranose, in fase di riposo sono ripiegate orizzontalmente sull'addome e sovrapposte.^[1]





Adulti di *H. illucens* in accoppiamento.

Le uova misurano circa 1 mm di lunghezza e sono di colore dal bianco crema al giallo pallido. Ogni femmina ovidepone 900-1000 uova.

La schiusa avviene da 2 a 4 giorni.^[1]

CLASSIFICAZIONE SCIENTIFICA

Dominio	Eukaryota
Regno	Animalia
Sottoregno	Eumetazoa
Ramo	Bilateria
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Tracheata
Superclasse	Hexapoda
Classe	Insecta
Sottoclasse	Pterygota
Coorte	Endepterygota
Superordine	Oligoneoptera
Sezione	Panorpoidea
Ordine	Diptera
Sottordine	Brachycera
Coorte	Orthorrhapha
Famiglia	Stratiomyidae
Sottofamiglia	Hermetiinae
Genere	Hermetia
Specie	<i>H. illucens</i>

NOMENCLATURA BINOMIALE

Hermetia Illucens (Linnaeus, 1758)

SINONIMI

Mosca Illucens (Linnaeus, 1758)



Uova



Hermetia illucens intenta a deporre le uova.





La larva nei primi stadi è lunga 1,5-2 mm, apoda ed eucefala, con corpo cilindrico-fusiforme, marcatamente segmentato. Le larve neonate, dopo la schiusa delle uova, iniziano subito ad alimentarsi voracemente per un lasso di tempo che varia in base al substrato alimentare.

La prepupa, ovvero lo stadio intermedio tra la larva e la pupa, presenta esoscheletro fortemente sclerotizzato, di colore bruno-nerastro. Caratteristica di questo stadio è la ricerca di un luogo asciutto per iniziare il processo di impupamento.

La pupa si evolve all'interno dell'esosche-



Larva al sesto stadio

letro dell'ultimo stadio larvale, caratteristica comune a tutti gli Stratiomyomorpha.

Biologia

Il regime dietetico delle larve è prevalentemente saprofago. Le larve si rinvergono in substrati organici in decomposizione, sia vegetali sia animali, negli escrementi, nei suoli umidi e nelle lettiere, nella corteccia degli alberi, ecc.

Lo sviluppo postembrionale passa attraverso 6 stadi larvali. Al sesto stadio si osserva





la riduzione delle parti boccali e la accen-
tuazione della cuticola, che si indurisce
formando una vera e propria custodia per
l'impupamento.

Gli adulti non hanno bisogno di nutrirsi,
mantenendosi esclusivamente con le so-
stanze nutritive accumulate durante lo
stadio larvale^[4]. A differenza di altri dit-
teri saprofici, gli adulti degli Stratiomi-
di non hanno rapporti con il substrato di
crescita delle larve, fatta eccezione per la
fase di ovideposizione. Gli adulti di *H. illu-
cens*, infatti, attratti da composti organici
volatili emessi dal substrato in decompo-
sizione, depongono le uova nei pressi di
tali substrati.

Distribuzione e habitat

Hermetia illucens è una specie di origine
neotropica ma negli ultimi decenni si è
diffusa in tutti i continenti divenendo co-
smopolita.

In Europa è segnalata nella penisola Ibe-
rica, nella Francia meridionale, in Italia, in
Croazia, a Malta, nelle Isole Canarie e in
Svizzera.

In Italia fu segnalata per la prima volta nel-
la metà dello scorso secolo^[5].

Attualmente è diffusa in tutta la penisola
e nelle isole maggiori, e sta soppiantando
come degradatore sarco-saprofago i ditte-
ri autoctoni con nicchie ecologiche affini.
Questa sua rapida diffusione è spiegabile
in base alle sue caratteristiche biologiche:
H. illucens infatti è un vorace competitore
di altri ditteri ed è inoltre in grado di inibire
lo sviluppo di altre specie tramite allomoni.
Questa specie inoltre non è attaccata da
parassitoidi ed è estremamente resistente
agli agenti chimici e agli insetticidi.^{[6][7]}

¹⁾ Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (Linnaeus), Stratiomyidae, Diptera, in *Insect and related pests of man and animal*, North Carolina Integrated Pest Management Information, 1998. URL consultato il 23 settembre 2013.

²⁾ Newton L, Sheppard C, Watson DW, Burtle G, Dove R, Using the Black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure (PDF), 2005. URL consultato il 23 settembre 2013 (archiviato dall'url originale il 13 ottobre 2008).

³⁾ Lord WD, Goff ML, Adkins TR, and Haskell NH, The black soldier fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) as a potential measure of human postmortem interval: observations and case histories, in *Journal of Forensic Sciences*, vol. 39, n° 1, 1994, pp. 215-222, DOI:10.1520/JFS13587J.

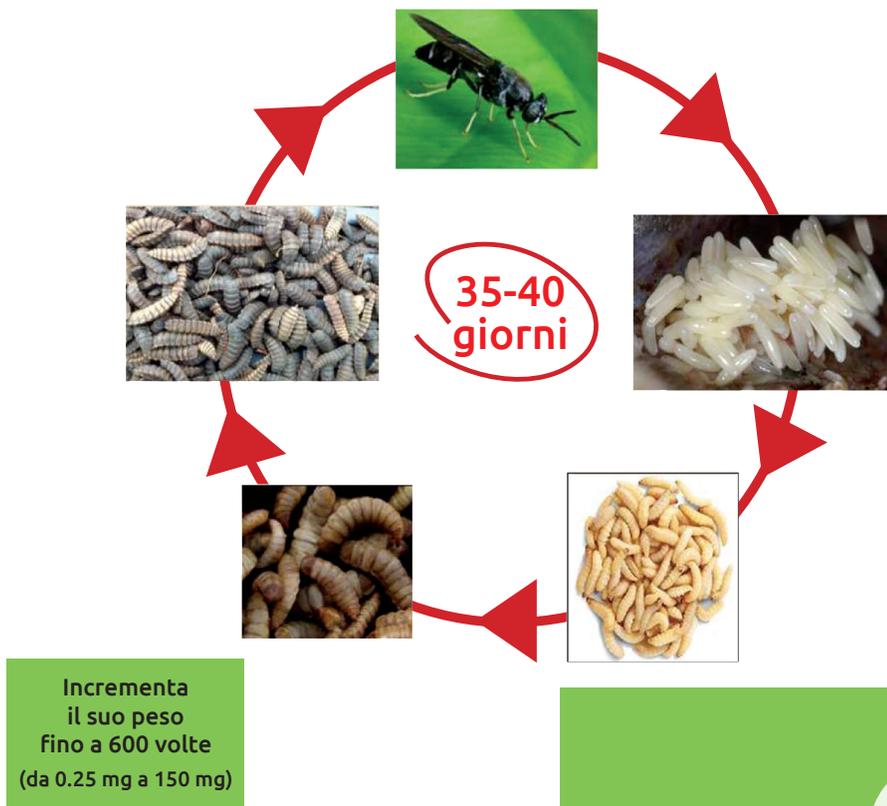
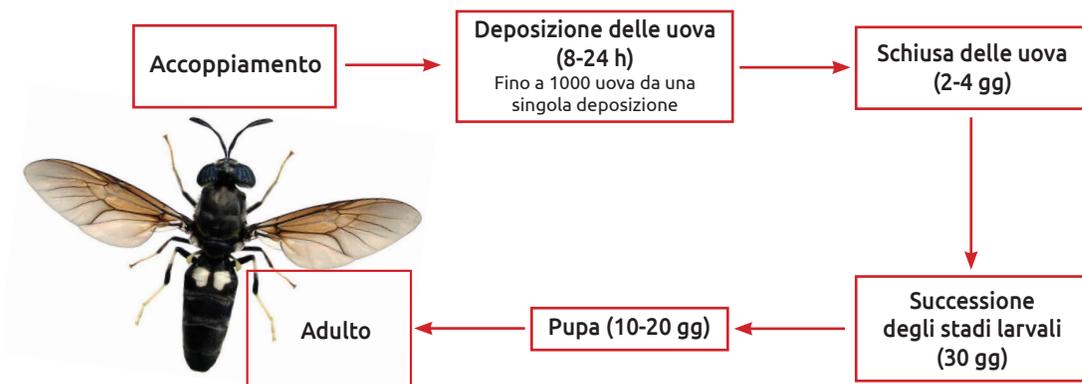
⁴⁾ (EN) Diclaro II, J. W. ; Kaufman, P. E., Black soldier fly *Hermetia illucens* Linnaeus (Insecta: Diptera: Stratiomyidae) (PDF) (Entomology and Nematology Department, University of Florida), 2009.

⁵⁾ Venturi F, *Notulae dipterologicae X. Specie nuove per l'Italia*, in *Bollettino della Società Entomologica Italiana*, vol. 86, 1956, pp. 56-58.

⁶⁾ Turchetto M, Implicazioni entomologico-forensi dell'introduzione in Italia della mosca neotropica *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae), in *Riv It Med Leg*, XXII, 2000, pp. 1279-129.

⁷⁾ Turchetto M, Vanin S, L'Entomologia forense e la globalizzazione (PDF) [collegamento interrotto], in *Parassitologia*, vol. 46, 2004, pp. 187-190.

CICLO RIPRODUTTIVO



Importanza

L'insetto è ecologicamente utile in quanto è un dittero saprofago bioconvertitore in grado di nutrirsi di diversi materiali organici in decomposizione, sia di origine animale che vegetale, come sottoprodotti della filiera agroalimentare e molti altri substrati, tra cui il letame.

Vantaggi

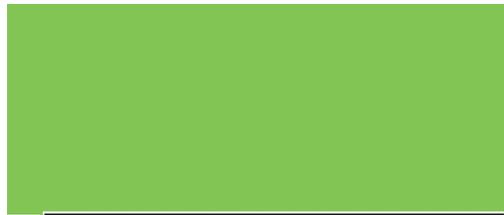
Le opportunità derivanti dall'utilizzo di una tecnologia di trattamento basata sull'allevamento di *H. illucens* si possono riassumere nei seguenti punti:

- 1) Riduzione del volume dei rifiuti che diventano substrato alimentare per le larve, mediamente stimato in un valore dell'80%;
- 2) Abbattimento del carico inquinante dei rifiuti (in termini di azoto, fosforo, sostanza organica) e degli odori;
- 3) Bioconversione di prodotti di scarso valore nutrizionale ed economico in prodotti di pregio spendibili sul mercato (proteine nobili, lipidi, deiezioni larvali, chitina e chitosano);
- 4) Minore impatto inquinante rispetto ad altri sistemi di smaltimento dei rifiuti;
- 5) *Carbon* e *water footprint* ridotti rispetto agli allevamenti tradizionali.



- Non è un insetto infestante
- Sanifica il substrato abbattendo la carica microbica (E. Coli, S. Enterica)
- Abbatte gli odori

Sheppard et al., 1994
Cickova et al., 2015
Erickson et al., 2004
Liu et al., 2008





IL PROGETTO

Il Progetto della durata di 36 mesi, più un anno di proroga causa COVID-19, si è svolto nel periodo 2018-2021, con un Partenariato Pubblico-Privato e come principale finanziatore la Regione Basilicata. Il Costo totale del progetto è stato € 260.000,00

Obiettivo del Progetto è

Lo smaltimento e valorizzazione dei reflui zootecnici (bovino, suino, ovicaprino e cunicolo), trasformandoli in prodotti di pregio (ammendanti per agricoltura, lipidi da larve per la produzione di biodiesel, in prospettiva) mediante l'insetto bioconvertitore *Hermetia illucens*. Circuito virtuoso rivolto agli operatori del settore zootecnico, che punta a trasformare la problematica dello smaltimento dei reflui zootecnici in una risorsa da sfruttare.

Nel progetto, quindi, è stata sfruttata l'etologia connaturata agli insetti saprofagi per



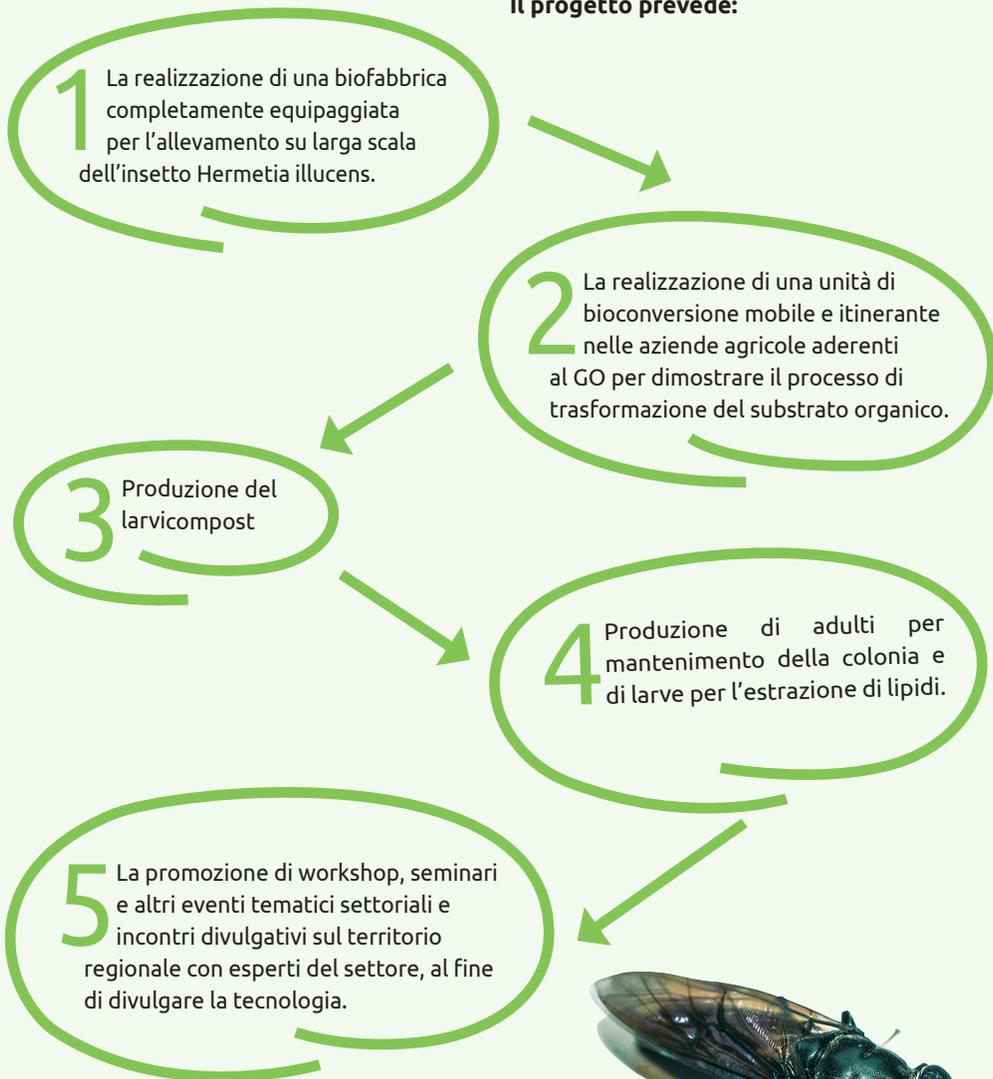
smaltire in maniera non convenzionale scarti della filiera zootecnica e valorizzarli tramite la trasformazione in prodotti di elevato valore biologico, ecologico ed economico.

L'obiettivo del progetto è stato quello di fornire un servizio al fine di pervenire ad una soluzione concreta alla problematica, della trasformazione dell'azoto presente nei reflui zootecnici da trasformare.





Il progetto prevede:





BIOFABBRICA

Realizzazione e gestione presso il Dipartimento di Scienze - Università degli Studi della Basilicata - Potenza, di una **biofabbrica** completamente equipag-

giata, con condizioni climatiche ottimali e controllate per l'allevamento di *Hermetia illucens*.



G.O. GRUPPO OPERATIVO BIOCONVERSIONE

Il Gruppo Operativo (GO) Bioconversione è uno strumento per la diffusione delle innovazioni del settore agroalimentare che ha l'obiettivo di individuare in un determinato contesto soluzioni e specifiche opportunità per le imprese agricole.

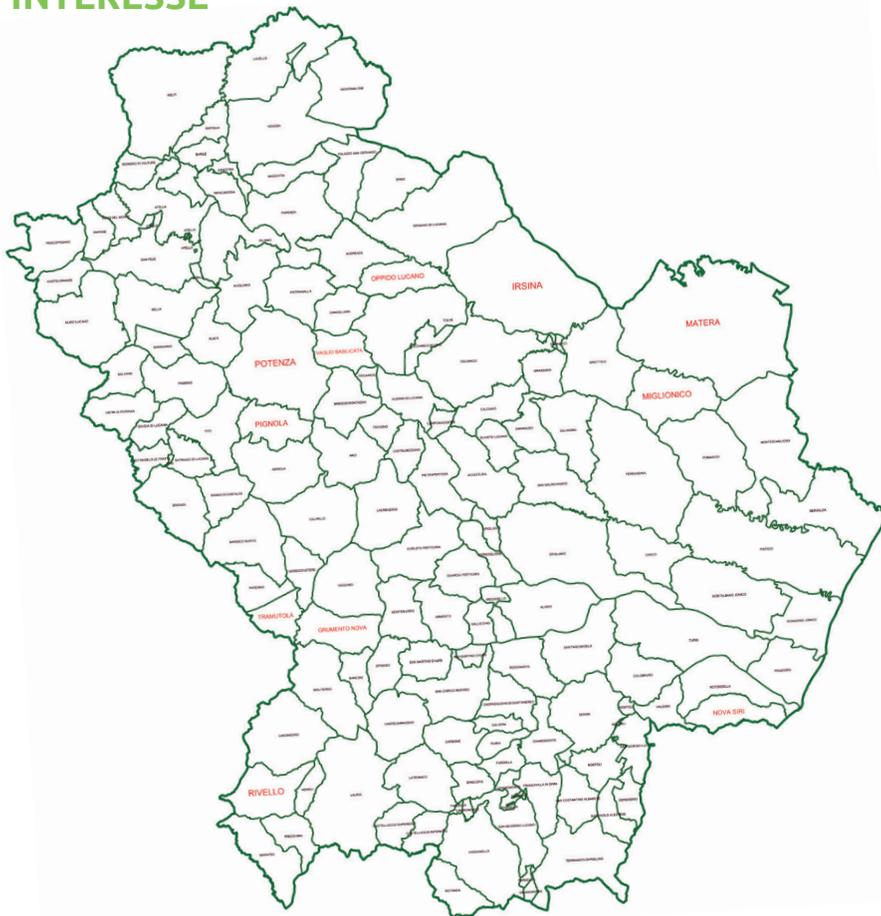
Nel G.O. gli attori della filiare dell'innovazione imprese agricole, forestali, agroalimentari, centri di ricerca, università, organizzazioni di consulenza agiscono insieme con l'obiettivo di introdurre uno o più inno-

vazioni in un dato contesto, coinvolgendo anche altre imprese del territorio con attività di consulenza e divulgazione.





AREE DI INTERESSE





LARVICOMPOST

Larvicompost è il termine utilizzato per descrivere le deiezioni, il cibo non digerito e le esuvie delle larve di *Hermetia illucens*. Il larvicompost è un substrato inodore con umidità del 30-40%, pH variabile tra 6.0 e 8.5, che apporta gli elementi nutritivi in forma inorganica e che pertanto può essere utilizzato come fertilizzante. Si presenta ricco in chitina, biopolimero capace di ripristinare l'equilibrio del suolo coltivato e di stimolare le difese immunitarie delle piante, in seguito a stress abiotici e biotici, come ad esempio insetti infestanti.

La chitina è il più abbondante biopolimero presente in natura dopo la cellulosa e co-



stituisce la componente principale dell'esoscheletro degli insetti.

Le larve durante il ciclo di bioconversione mutano e il processo della muta fa rilasciare le esuvie, cioè l'esoscheletro ricco di chitina, nel substrato di cui si alimentano.

Da un punto di vista agronomico le deiezioni larvali possono fornire un importante contributo alla qualità del suolo dal punto di vista chimico, per l'apporto di macro-elementi utili alla crescita delle piante, ma anche dal punto di vista fisico, per le potenzialità ammendanti della sostanza organica.





UNITÀ DI BIOCONVERSIONE MOBILE

L'unità di bioconversione ha scopo dimostrativo, è mobile e itinerante in tutte le aziende del partenariato; si tratta di un furgone iso-frigo opportunamente coibentato e climatizzato, equipaggiato per mantenere condizioni ottimali per l'insetto, nel quale avviene il processo di bioconversione.

Infatti l'unità mobile è provvista di un umidificatore dotato di nebulizzatore a freddo, per mantenere un'umidità costante intorno al 70% e un sistema di climatizzazione con telecomando e orologio con termo-igrometro, per mantenere temperatura costante a circa 27°, un impianto elettrico con luce interna e n.5 prese elettriche, un fungo di aspirazione elettrico, pavimento in multistrato rivestito in gomma e un ripiano smontabile in doghe in alluminio (H= 95cm), utile a coprire l'intera superficie. Al suo interno sono installate n. 4 vaschette di trattamento, ciascuna di dimensione 68x51x38 cm (LxLxH) dove sono posizionate e alimentate le larve di *Hermetia Illucens*. Al termine di ciascun ciclo di bioconversione, che corrisponde al ciclo vitale della larva, le larve e il residuo alimentare sono stati separati, pesati e opportunamente conservati per successive analisi; l'unità di bioconversione è stata invece sottoposta a processi di pulitura in modo da poter essere riutilizzata per successivo ciclo. Tale unità è stata portata presso le aziende aderenti al progetto per un periodo di tempo utile ad assistere al ciclo di bioconversione completo. Le aziende partner del GO Bioconversione hanno beneficiato delle attività dimostrative di bioconversione dei materiali di scarto derivanti dalla propria azienda eseguita mediante spostamento e stazionamento periodico dell'unità di bioconversione in ciascuna azienda.



ATTIVITÀ DI COMUNICAZIONE E DIVULGAZIONE

Per consentire la divulgazione dei risultati del progetto sono stati organizzati **workshop** e **giornate dedicate**, presso le aziende partner del GO; **seminari** e **incontri divulgativi** sul territorio regionale con esperti del settore per illustrare il funzionamento della tecnologia innovativa.

Publicazione di articoli scientifici su riviste, al fine di garantire massima diffusione dei risultati.

Divulgazione mediante programmi TV, radio e utilizzo di social network (Twitter, Facebook e YouTube), per comunicare gli elementi dell'innovazione proposta in maniera tempestiva e accessibile a tutti, garantendo la possibilità di interazione tra i vari utenti.





CONCLUSIONI

Al termine degli esperimenti in campo, si può affermare che le larve di mosca soldato sono state in grado di nutrirsi correttamente di tutti substrati testati (letame fresco, letame maturo, digestato dell'impianto di biogas), riducendone la biomassa anche se il loro tempo di sviluppo è stato notevolmente allungato rispetto alla dieta Gainesville (30% erba medica, 50% crusca di frumento, 20% farina di mais), che è completa di tutti i nutrienti.

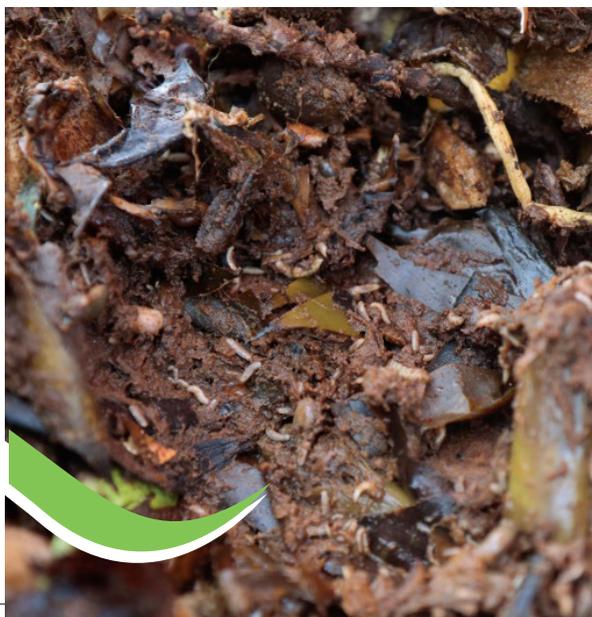
Il letame fresco potrebbe essere più idoneo grazie ad un maggior contenuto di umidità, infatti lo sviluppo delle larve è risultato più rapido, anche se con un minor consumo di substrato. La biomassa totale delle larve e delle prepupe raccolte al ter-



mine del processo è stato statisticamente non differente tra i vari tipi di letame e digestato testati; sebbene la biomassa larvale nutrita sui substrati della filiera zootecnica differisca dalla biomassa delle larve nutrita sulla dieta controllo, i risultati ottenuti dimostrano il grande potenziale delle larve di *H. illucens* nel bioconvertire letame, liquami e digestato.

Il tempo di sviluppo delle larve nutrita con i vari tipi di letame è stato molto più lungo rispetto alle larve nutrita con dieta Gainesville.

Il ritardo nello sviluppo delle larve e il lento aumento di peso potrebbero essere dovuti alla non piena disponibilità substrato: l'ele-



vato contenuto di fibre, lignina, cellulosa ed emicellulosa del letame potrebbe influenzare negativamente la digestione e l'assorbimento del substrato in questione.

I nostri risultati hanno dimostrato che anche il letame bovino può essere utilizzato come substrato per lo sviluppo di larve di *H. illucens*, consentendone, al contempo, lo smaltimento: il processo di bioconversione, infatti, ha consentito la riduzione della biomassa iniziale con percentuali superiori al 50%, una percentuale in linea con i valori riportati in letteratura per il letame di maiale (29-53%), pollo (32- 62%) e letame di vacca (35-58%).

Il progetto Valoriz.zoo ha dimostrato che sfruttare la connaturata etologia dello stadio larvale del dittero rappresenta uno strumento utile per gestire lo smaltimento dei reflui zootecnici, riducendone fortemente la biomassa iniziale (in termini di volume e peso) favorendone il recupero totale e la trasformazione in biomassa larvale e deiezioni larvali. Inoltre, la possibilità di estrarre lipidi e produrre biodiesel dalla biomassa larvale rappresenta una buona alternativa all'utilizzo di materie prime classiche come amido, oli vegetali (colza, girasole o altri) o Difatti, l'uso di fonti di carbonio e terreni agricoli esclusivamente per la produzione di biocombustibili, piuttosto che per



l'industria alimentare, sembra essere attualmente non più sostenibile.

Inoltre, le deiezioni larvali sono un composto organico formato dagli escrementi delle larve, dal substrato non digerito e dalla chitina e sono simili in composizione a un fertilizzante compostato, ricco di azoto nitrico (NO₃-), potassio e altri macronutrienti, valida alternativa ai fertilizzanti chimici. L'utilizzo delle deiezioni larvali su colture orticole ha dimostrato di poter aumentare la densità fogliare e quella radicale nelle piantine. Inoltre, la crescita ponderale delle piantine è influenzata positivamente dal fertilizzante.

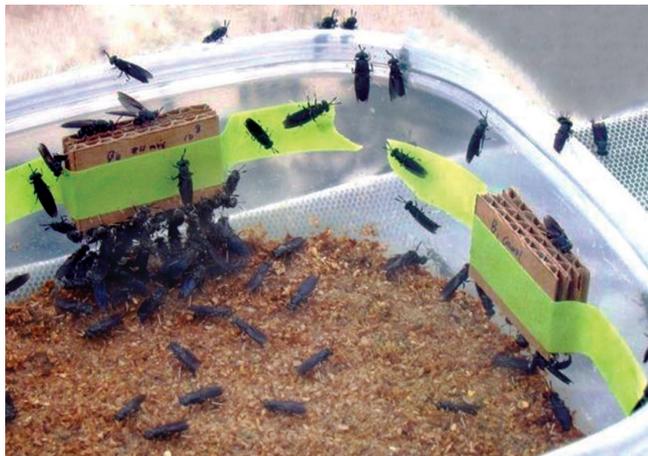
Un'altra caratteristica che aggiunge valore al prodotto è la presenza di chitina all'interno di questo mix organico ottenibile alla fine del processo di



bioconversione; la chitina presente stimola l'azione di difesa delle piante attraverso diversi meccanismi: lignificazione, variazioni del flusso ionico, acidificazione citoplasmatica, depolarizzazione della membrana e fosforilazione proteica, biosintesi della fitoalexina e dell'acido jasmonico ed espressione di geni correlati alla difesa. (Pusztahelyi, 2018).

Il processo di allevamento delle larve su letame o digestato dell'impianto di biogas, e il successivo utilizzo di prodotti secondari di bioconversione (deiezioni larvali, lipidi, chitina), potrebbero diminuire l'impatto ecologico del settore zootecnico sull'ambiente. La riduzione del substrato di scarto e il suo recupero sono da considerarsi importanti risultati del processo di bioconversione da parte delle larve di *H. illucens*, contribuendo a ridurre gli effetti indesiderati derivanti dalla cattiva gestione dei reflui zootecnici, che rappresenta un problema primario per gli allevatori.

L'utilizzo di questa pratica (bioconversione mediata da *H. illucens*) potrebbe sostituire o affiancare le comuni pratiche per la gestione dei rifiuti e in particolare per la gestione del letame (stoccaggio all'aperto su cumuli, digestione



anaerobica o compostaggio) che se non gestiti correttamente portano a un aumento delle emissioni di gas serra, e dei livelli di inquinamento del suolo e dell'acqua e di altri effetti secondari come la diffusione di malattie e odori sgradevoli.



MEMBRI DEL GRUPPO OPERATIVO



Responsabile tecnico:

Scuola di Ingegneria - **Università degli Studi della Basilicata**

Responsabile scientifico:

Dipartimento di Scienze - **Università degli studi della Basilicata**



La Consulenza/formazione e Divulgazione scientifica:

ARA (Associazione Regionale Allevatori della Basilicata)

Dipartimento di Scienze - **Università degli studi della Basilicata**

ALSIA (Agenzia Lucana di Sviluppo e Innovazione in Agricoltura)



Azienda Agricola Sperimentale Dimostrativa Pantano di Pignola

Azienda Agricola di Leone Antonio

Azienda Agricola D'Effremo Stefano

Azienda Agricola Iannetti Lorenzo

Azienda Agricola Fortunato Anna

Azienda Agricola Lufer

Azienda Agricola Forte Lucia

Azienda Agricola Tamburrino Antonio

Azienda Agricola San Giuliano

Bykes Beer S.r.l.

Azienda Agricola e Zootecnica di Fortunato Giovanni

Azienda Agricola Al Giardino del Principe

Azienda Agricola Ladaga Salvatore

Fattorie GiPa di Ponzio Rosita

Azienda agricola Tamburrino Mariano

Masserie Carbone