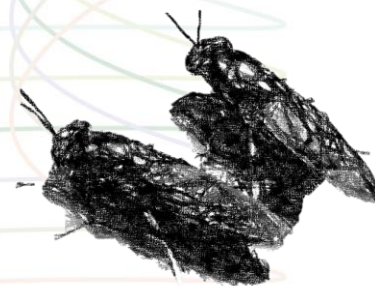


Convegno del PROGETTO **INNOLITEC**  
INNOVAZIONI TECNOLOGICHE NELLA FILIERA DELL'OLIVA  
DA OLIO E DA MENSA

***Valorizzazione degli scarti solidi dell'industria  
olearia da utilizzare per lo sviluppo di metodiche  
di allevamento del dittero *Hermetia illucens****



**Dott.ssa Francesca Laudani**





*Hermetia illucens* L.  
(Diptera: Stratiomyidae)  
è un insetto cosmopolita  
Il ciclo biologico è  
estremamente breve.

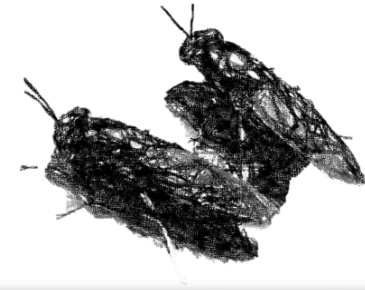
La larva ha un'elevata ed  
ampia capacità trofica che  
gli consente di nutrirsi di  
quasi tutti gli scarti ed i  
rifiuti di origine organica.  
Diversi studi hanno  
evidenziato le potenzialità  
del dittero di degradare  
diverse tipologie di  
materiale organico,  
riducendolo anche del 70%  
rispetto al volume iniziale.



Review

# A Review of Organic Waste Treatment Using Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*)

Nur Fardilla Amrul <sup>1</sup>, Irfana Kabir Ahmad <sup>1,2,\*</sup>, Noor Ezlin Ahmad Basri <sup>1,2</sup>, Fatihah Suja <sup>1</sup>,  
Nurul Ain Abdul Jalil <sup>3</sup> and Nur Asyiqin Azman <sup>1</sup>



PHYSIOLOGICAL ECOLOGY

## Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste

NGUYEN, <sup>1,2</sup> JEFFERY K. TOMBERLIN, <sup>3</sup> AND SHERAH VANLAERHOVEN <sup>1</sup>

Journal of Cleaner Production 379 (2022) 134727

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Cleaner Production

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



An automated, modular system for organic waste utilization using *Hermetia illucens* larvae: Design, sustainability, and economics

Maximilian Julius Pahmeyer <sup>a,\*</sup>, Shahida Anusha Siddiqui <sup>a,b</sup>, Daniel Pleissner <sup>c,d</sup>,  
Janusz Golaszewski <sup>e</sup>, Volker Heinz <sup>a</sup>, Sergiy Smetana <sup>a</sup>

Global J. Environ. Sci. Manage. 9(1): 31-42, Winter 2023, Serial #33

Global Journal of Environmental Science and Management  
(GJESM)

Homepage: <https://www.gjesm.net/>

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

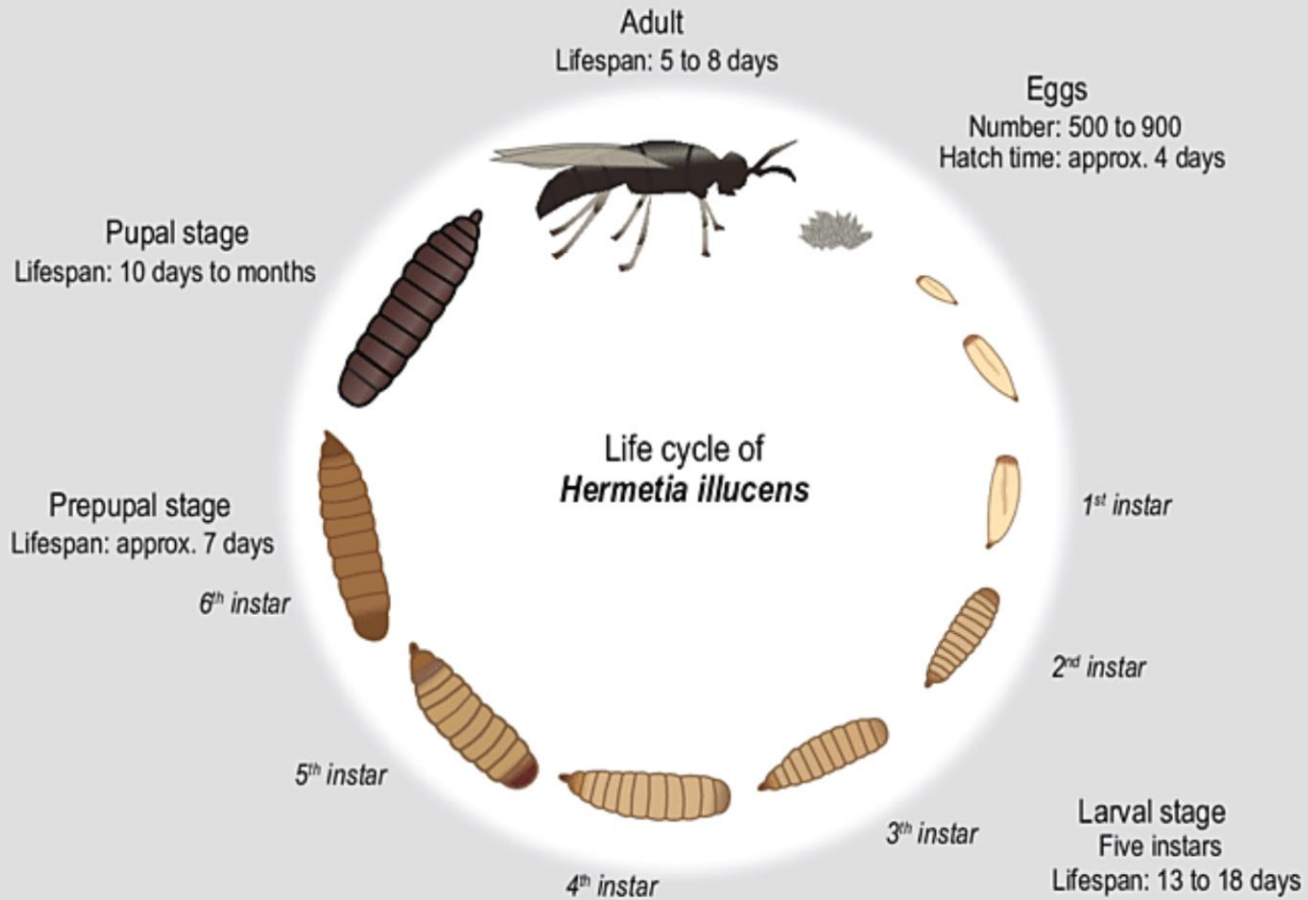
Bioprocessing of organic wastes from poultry and bovine slaughterhouses  
as food substrate for *Hermetia illucens* larval development

< ZOOLOGICAL SCIENCE

Use of fermented spent coffee grounds as a substrate  
supplement for rearing black soldier fly larvae,  
*Hermetia illucens* (L), (Diptera: Stratiomyidae)

Research article Agricultural Science Entomology Zoology

Environmental Contamination and Remediation



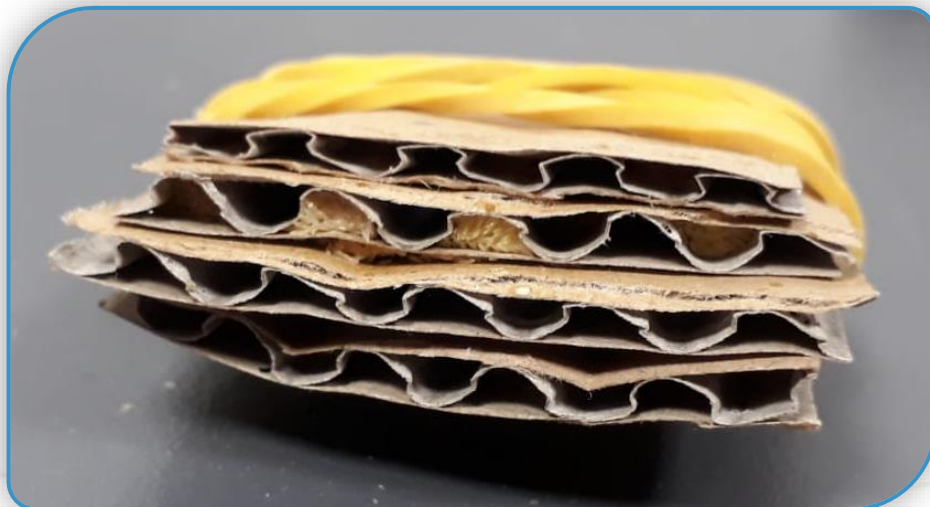


L'adulto pur essendo  
provvisto di apparato  
boccale, non si nutre

colore prevalentemente nero con corpo lungo 15-20 mm. Il capo è largo, con occhi molto sviluppati. Le antenne sono lunghe circa il doppio del capo. Le zampe sono nere con tarsi biancastri. Le due ali sono membranose, in fase di riposo ripiegate orizzontalmente sull'addome e sovrapposte.



Le uova sono lunghe circa 1 mm, di colore giallo chiaro appena deposte, virano poi al giallo scuro prima della schiusa che avviene dopo 3 - 4 giorni dalla deposizione



La larva nei primi stadi è lunga circa 1,5 – 2 mm per poi arrivare, in base al substrato nutritivo, fino a 20 mm, apoda ed eucefala è di colore giallo chiaro, nell'ultimo stadio, prima di impuparsi, diviene di colore bruno scuro, colorazione che mantiene anche allo stadio di pupa

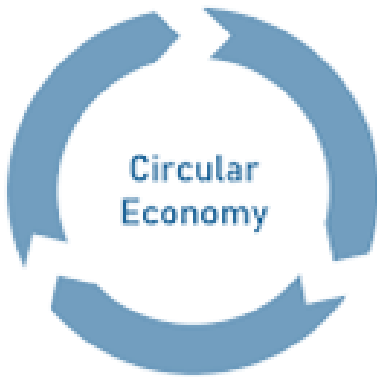


**eawag**  
aquatic research 

5,000 Larvae  
vs  
2 Fish



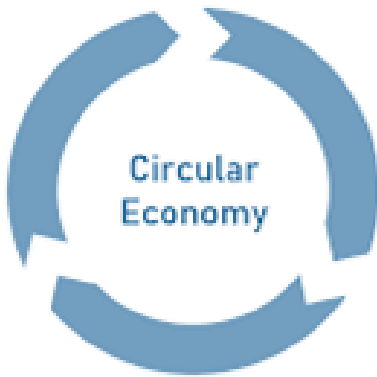
Allevamento massale del dittero *Hermetia illucens* e il suo potenziale impiego come additivo proteico per l'alimentazione di avicoli impiegando materiali di scarto come le sanse d'olivo



In particolare, sono state svolte le seguenti attività:  
**A) Allevamento massale.** Valutazione, verifica e ottimizzazione di una serie di parametri ambientali finalizzati alla massimizzazione del rendimento degli allevamenti del dittero *Hermetia illucens*.



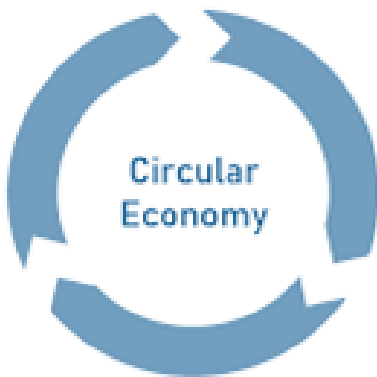
Allevamento massale del dittero *Hermetia illucens* e il suo potenziale impiego come additivo proteico per l'alimentazione di avicoli impiegando materiali di scarto come le sanse d'olivo



In particolare, sono state svolte le seguenti attività:  
**B) Produzione di riproduttori.** Verifica della densità ottimale dell'insetto su sansa, della durata del ciclo di sviluppo, della sex ratio, della fecondità e fertilità, e del comportamento riproduttivo



Allevamento massale del dittero *Hermetia illucens* e il suo potenziale impiego come additivo proteico per l'alimentazione di avicoli impiegando materiali di scarto come le sanse d'olivo



In particolare, sono state svolte le seguenti attività:  
**C) Produzione di larve.** Verifica della densità di allevamento ottimale, peso e misura delle larve e velocità di sviluppo dell'insetto.

valutazione, verifica e ottimizzazione di parametri ambientali =massimizzazione del rendimento degli allevamenti del dittero  
*Hermetia illucens*

- contenitori di materiale plastico
- 41 x 32 x 8.5 cm (10L)
- medium nutritivo standard in rapporto 5:1 grammi /larva

Le condizioni ambientali standard alle quali sono state condotte le sperimentazioni sono state:

- Temperatura  $27 \pm 1$  C°;
- Umidità 65%;
- Fotoperiodo 14:10 h (L :D)



In questa fase sono stati valutati i seguenti parametri:

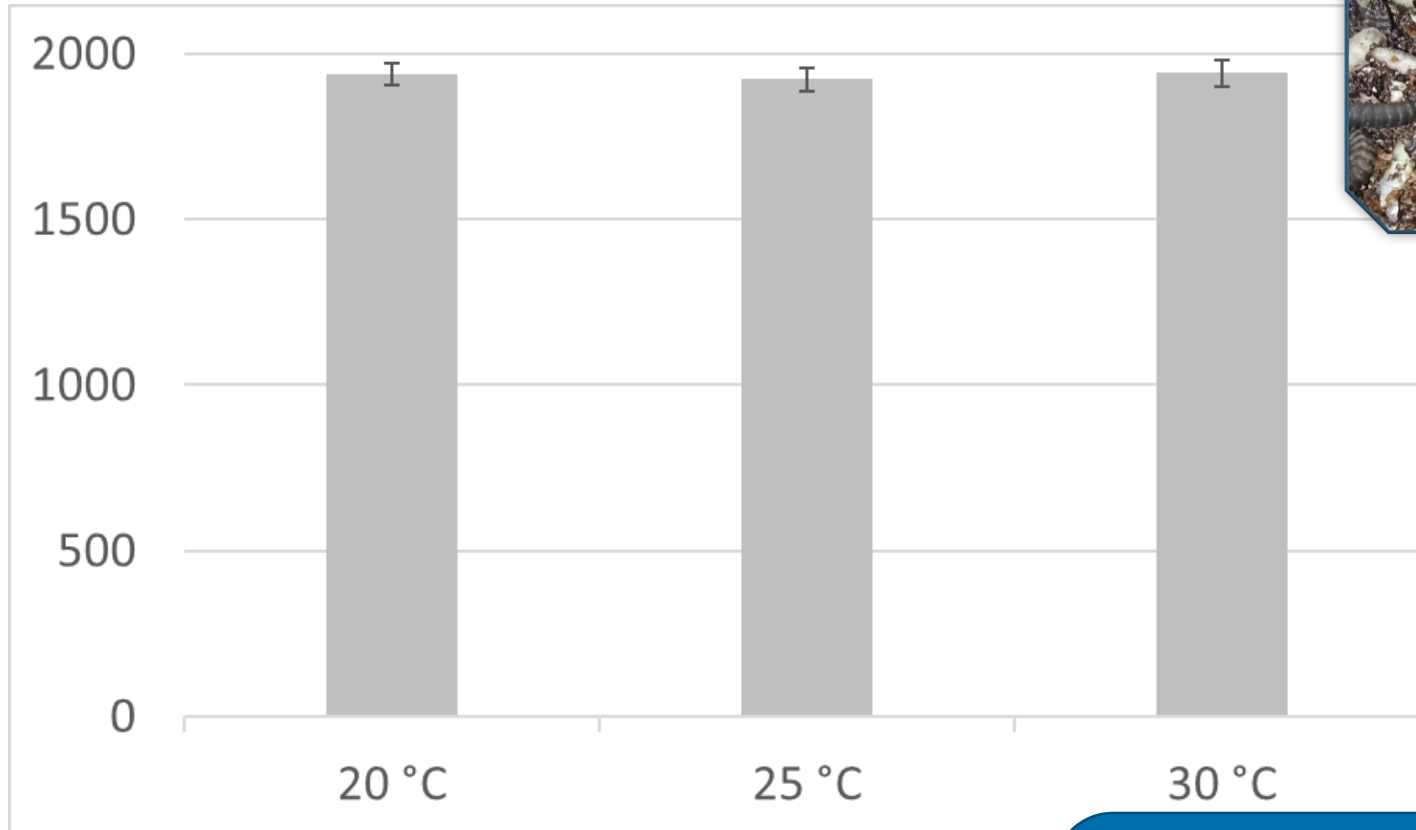
- **Numero di larve che raggiungevano lo stadio di prepupa**
- **Variazioni in dimensioni e peso**
- **Numero di adulti sfarfallati**
- **Quantità di uova deposte (peso) dagli adulti**

3 differenti  
temperature di  
allevamento  
(20, 25 e 30 C°)

Per ogni temperatura  
testata, sono state  
previste 3 tesi usando  
Standard nutritivo



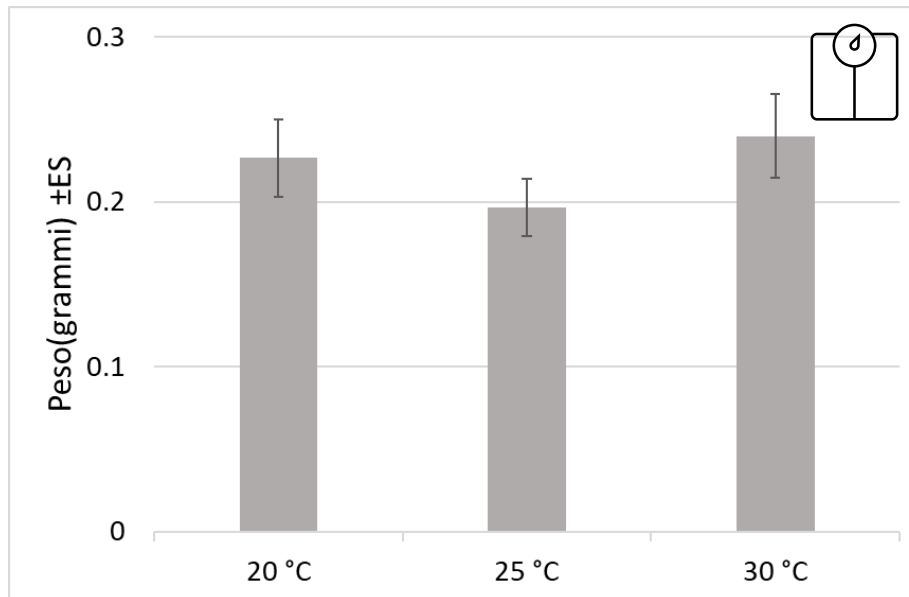
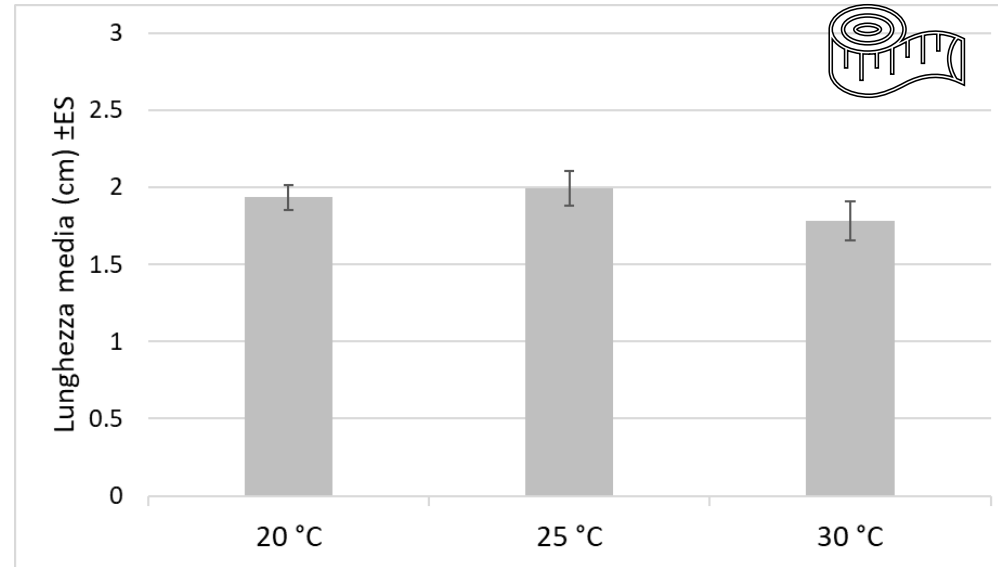
## NUMERO DI LARVE CHE RAGGIUNGEVANO LO STADIO DI PREPUPA



*n° medio  $\pm$  ES di larve di *H. illucens* che hanno raggiunto lo stadio di pre-pupa. Nessuna differenza statisticamente significativa è stata evidenziata ( $P > 0.05$ ) sottoponendo i dati all'Analisi della Varianza a una via.*

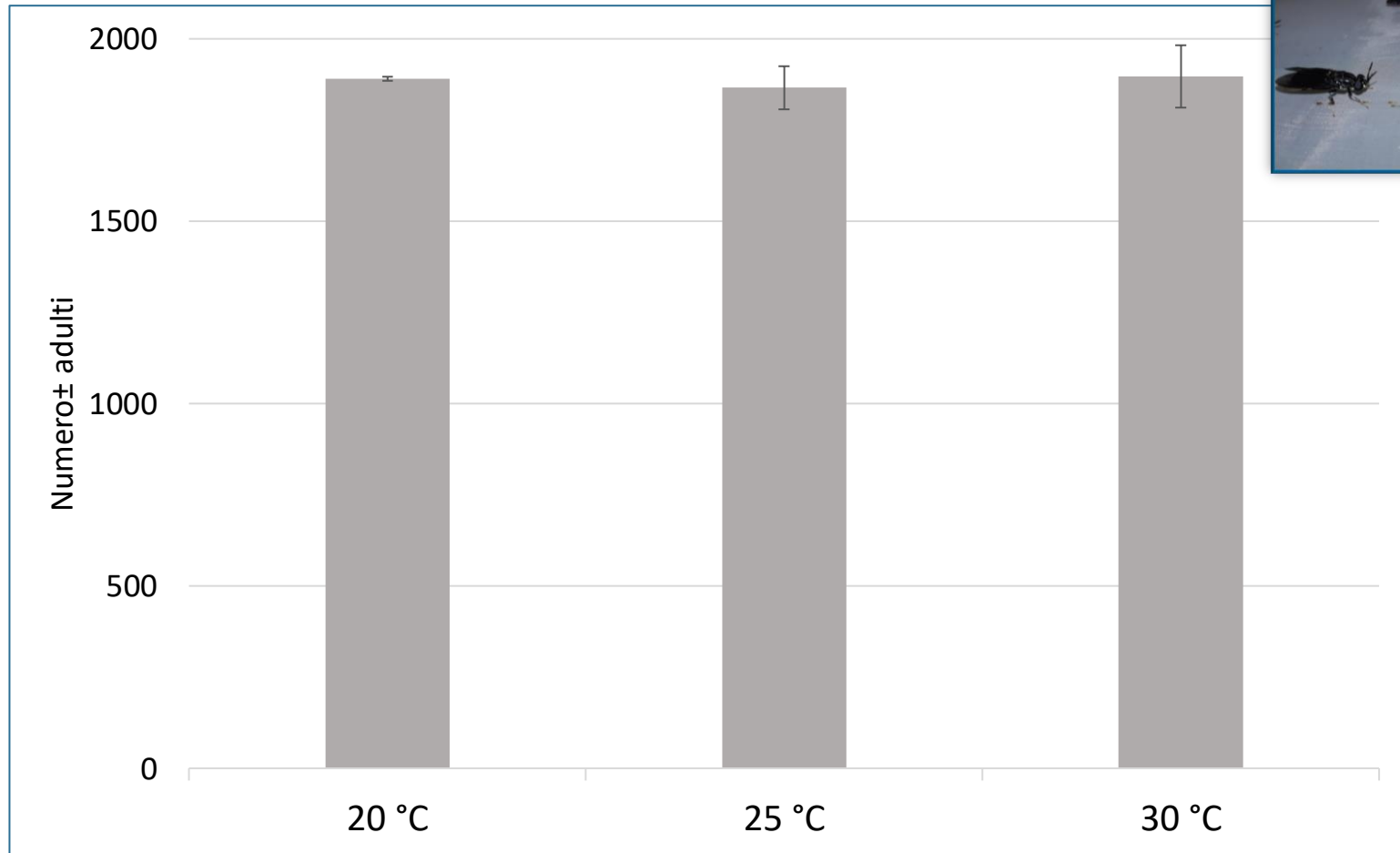
**Le larve, durante la loro azione trofica innescano processi fermentativi che, innalzando la temperatura del substrato riducono l'effetto della temperatura ambientale**

*lunghezza media ( $Cm \pm ES$ ) raggiunta dalle prepupe di *H. illucens* allevata alle diverse temperature ambientali. Nessuna differenza statisticamente significativa è stata evidenziata ( $P > 0.05$ ) sottoponendo i dati all'Analisi della Varianza a una via.*

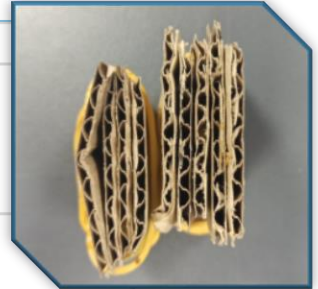
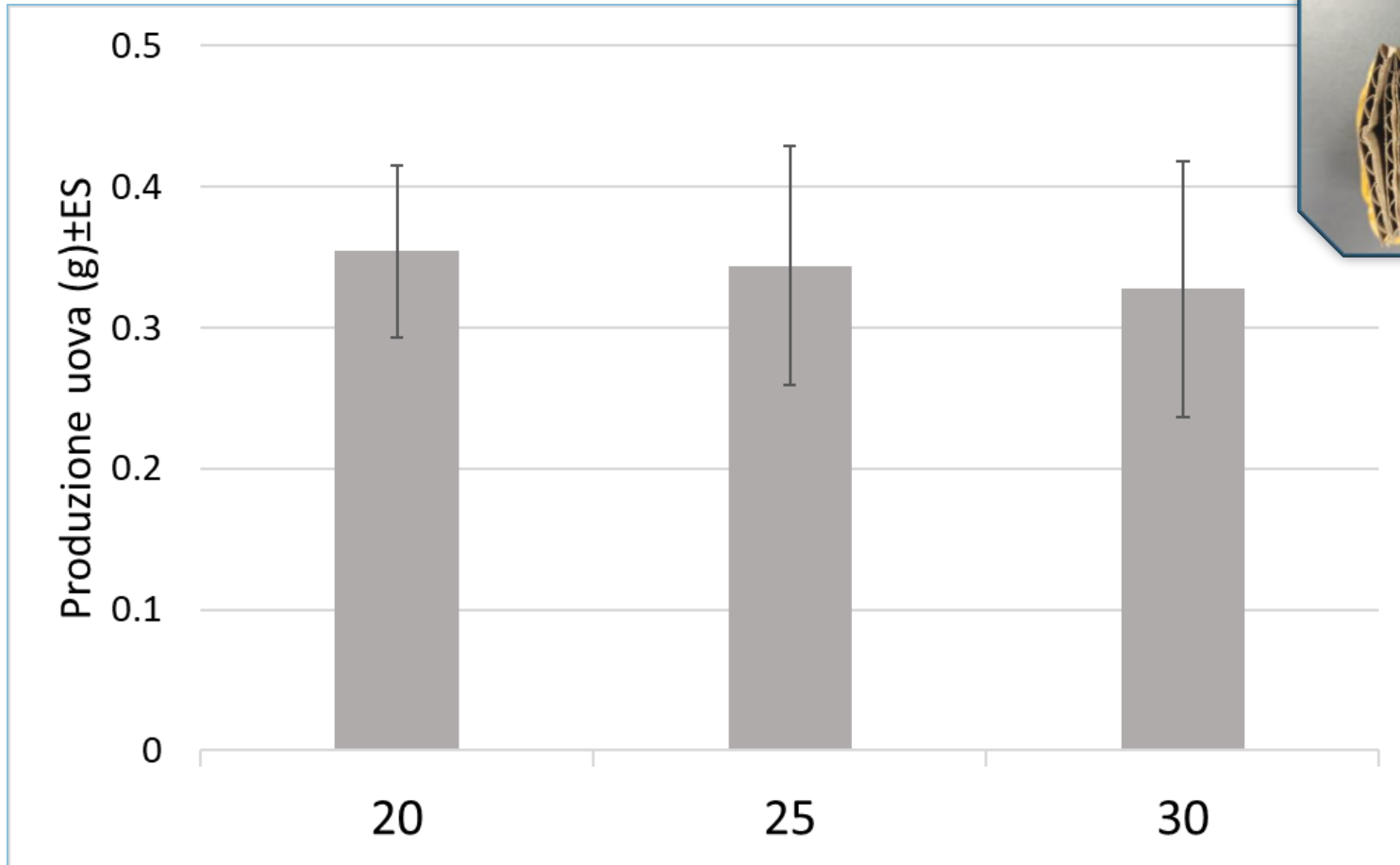


*peso medio ( $g \pm ES$ ) raggiunto dalle prepupe di *H. illucens* allevata alle diverse temperature ambientali. Nessuna differenza statisticamente significativa è stata evidenziata ( $P > 0.05$ ) sottoponendo i dati all'Analisi della Varianza a una via.*

## NUMERO DI LARVE CHE HANNO RAGGIUNTO LO STADIO DI ADULTO



*Numero medio  $\pm$  ES di larve che hanno raggiunto lo stadio di adulto. Nessuna differenza statisticamente significativa è stata evidenziata ( $P > 0.05$ ) sottoponendo i dati all'Analisi della Varianza a una via.*



*peso totale (g  $\pm$  ES) di uova prodotte da 25 femmine di *H. illucens* durante le sperimentazioni. Nessuna differenza statisticamente significativa è stata evidenziata ( $P > 0.05$ ) sottoponendo i dati all'Analisi della Varianza a una via.*

- Ottimizzare produzione riproduttori
- verifica la durata del ciclo di sviluppo, la sex ratio, la fecondità e la fertilità, il comportamento riproduttivo di *H. illucens* e della densità ottimali su sansa

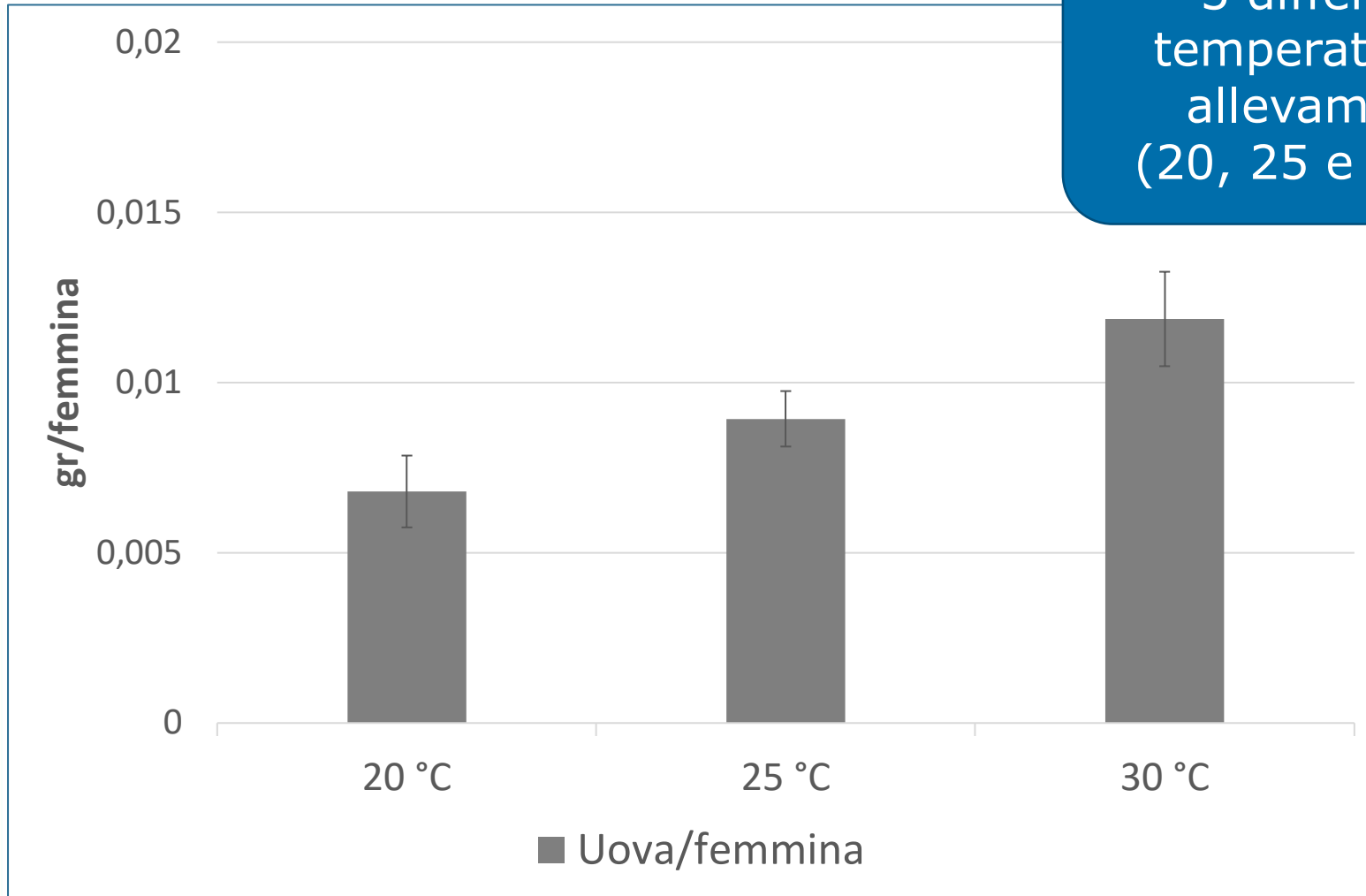


valutazione dei seguenti parametri ambientali

- temperatura
- illuminazione
- fotoperiodo
- effetto della dieta larvale
- effetto della densità

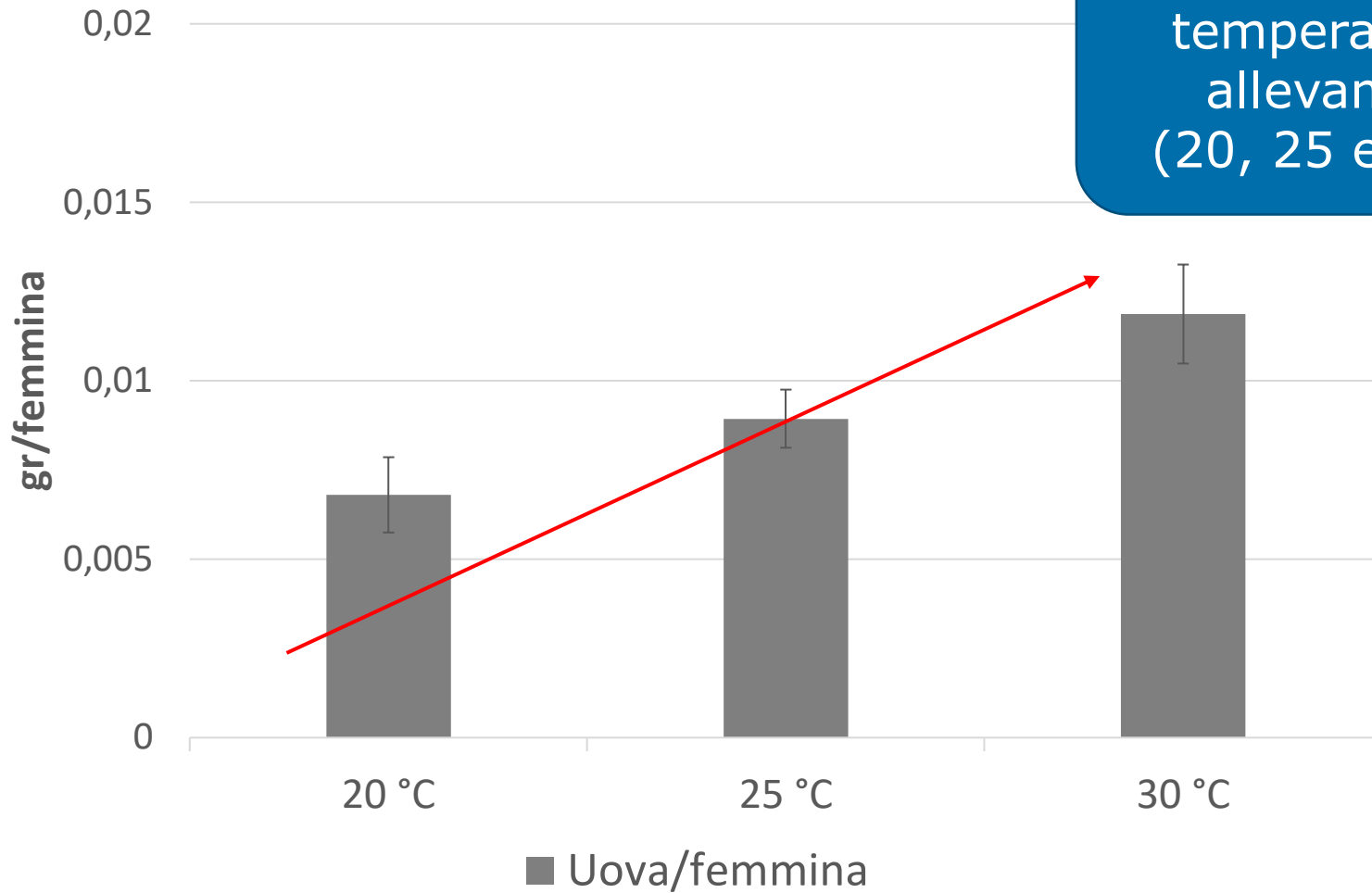
L'intero processo di allevamento è avvenuto all'interno di camere di crescita in grado di modulare l'intensità luminosa, (lunghezza d'onda compresa fra 450 a 700 nm ) temperatura e fotoperiodo

3 differenti  
temperature di  
allevamento  
(20, 25 e 30 C°)



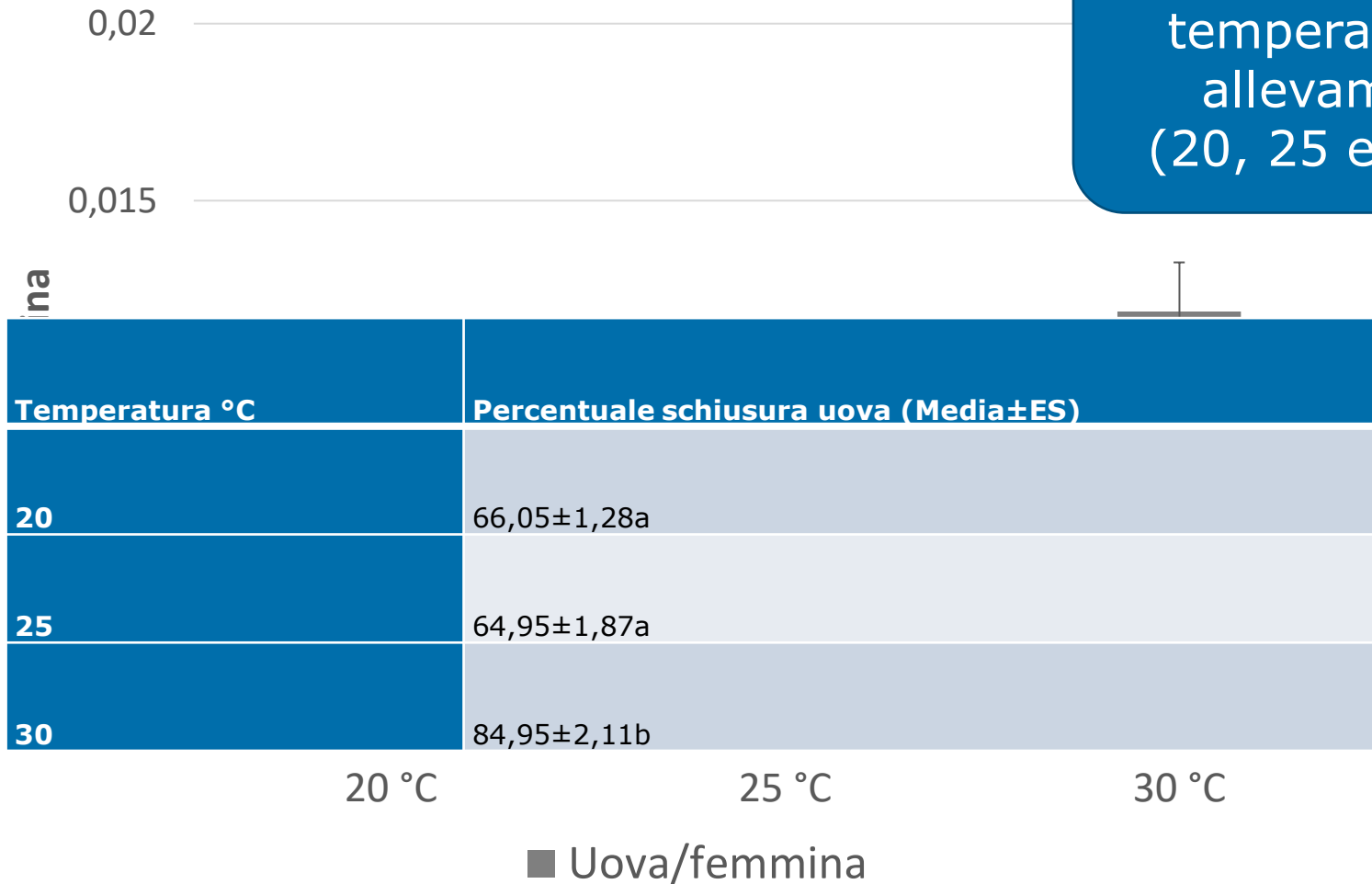
N° Uova di *H.illucens* deposte da 100 femmine alle differenti temperature testate.

3 differenti  
temperature di  
allevamento  
(20, 25 e 30 C°)



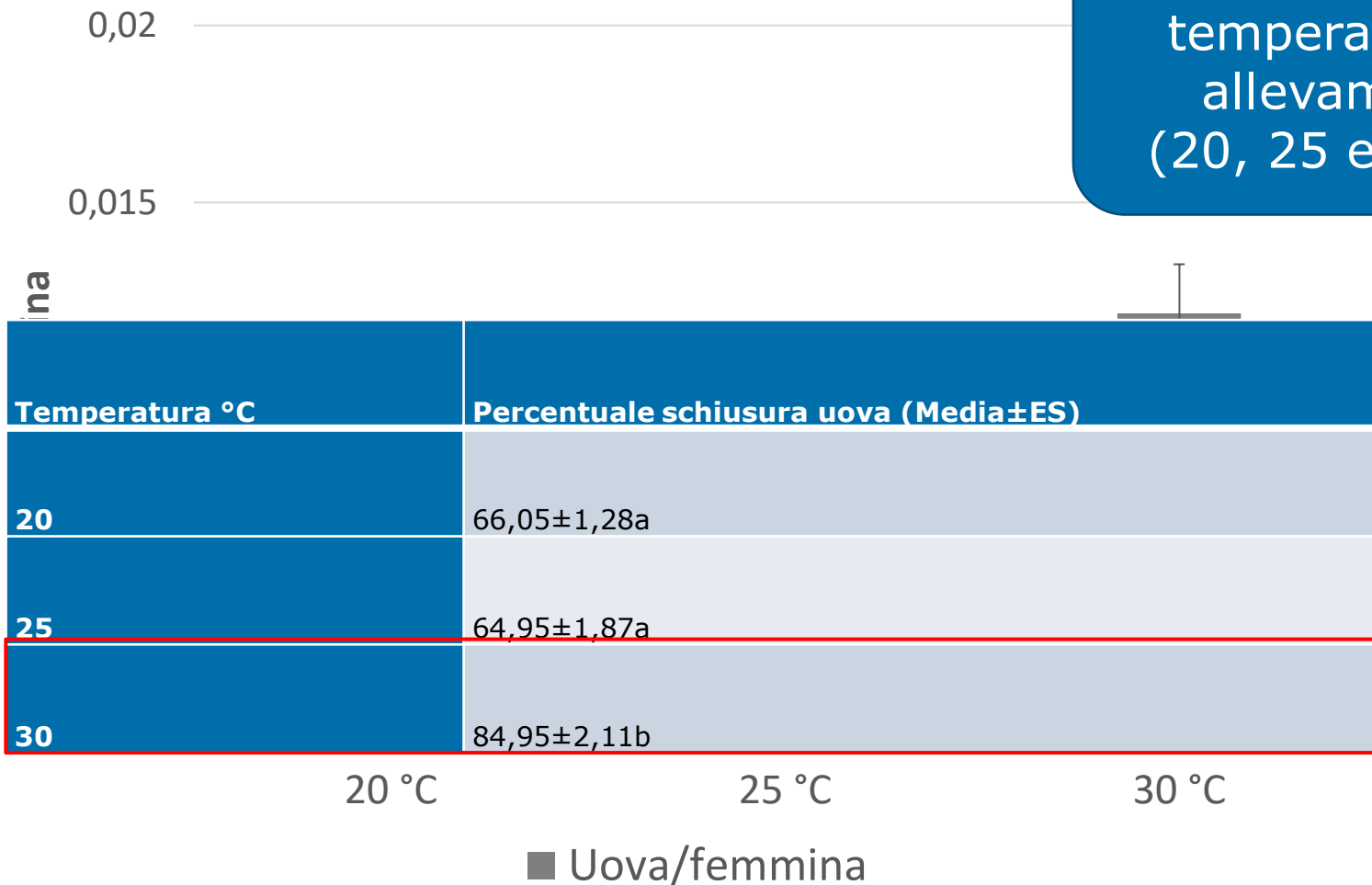
N° Uova di *H.illucens* deposte da 100 femmine alle differenti temperature testate.

3 differenti  
temperature di  
allevamento  
(20, 25 e 30 C°)



N° Uova di *H.illucens* deposte da 100 femmine alle differenti temperature testate.

3 differenti temperature di allevamento (20, 25 e 30 C°)



N° Uova di *H.illucens* deposte da 100 femmine alle differenti temperature testate.

L'intensità luminosa influisce sul comportamento riproduttivo di *H. ilucens*



L'intensità luminosa influisce sul comportamento riproduttivo di *H. ilucens*



Intensità luminosa (Lux)	Num. Accoppiamenti osservati (100 esemplari – sex ratio 1:1)
8.000	15,00±0,33a
6.000	8,00±0,57b

Numero medio ± ES di accoppiamenti osservati alle due differenti intensità luminose testate (25°C)

L'intensità luminosa influisce sul comportamento riproduttivo di *H. ilucens*



Intensità luminosa (Lux)	Num. Accoppiamenti osservati (100 esemplari – sex ratio 1:1)
8.000	15,00±0,33a
6.000	8,00±0,57b

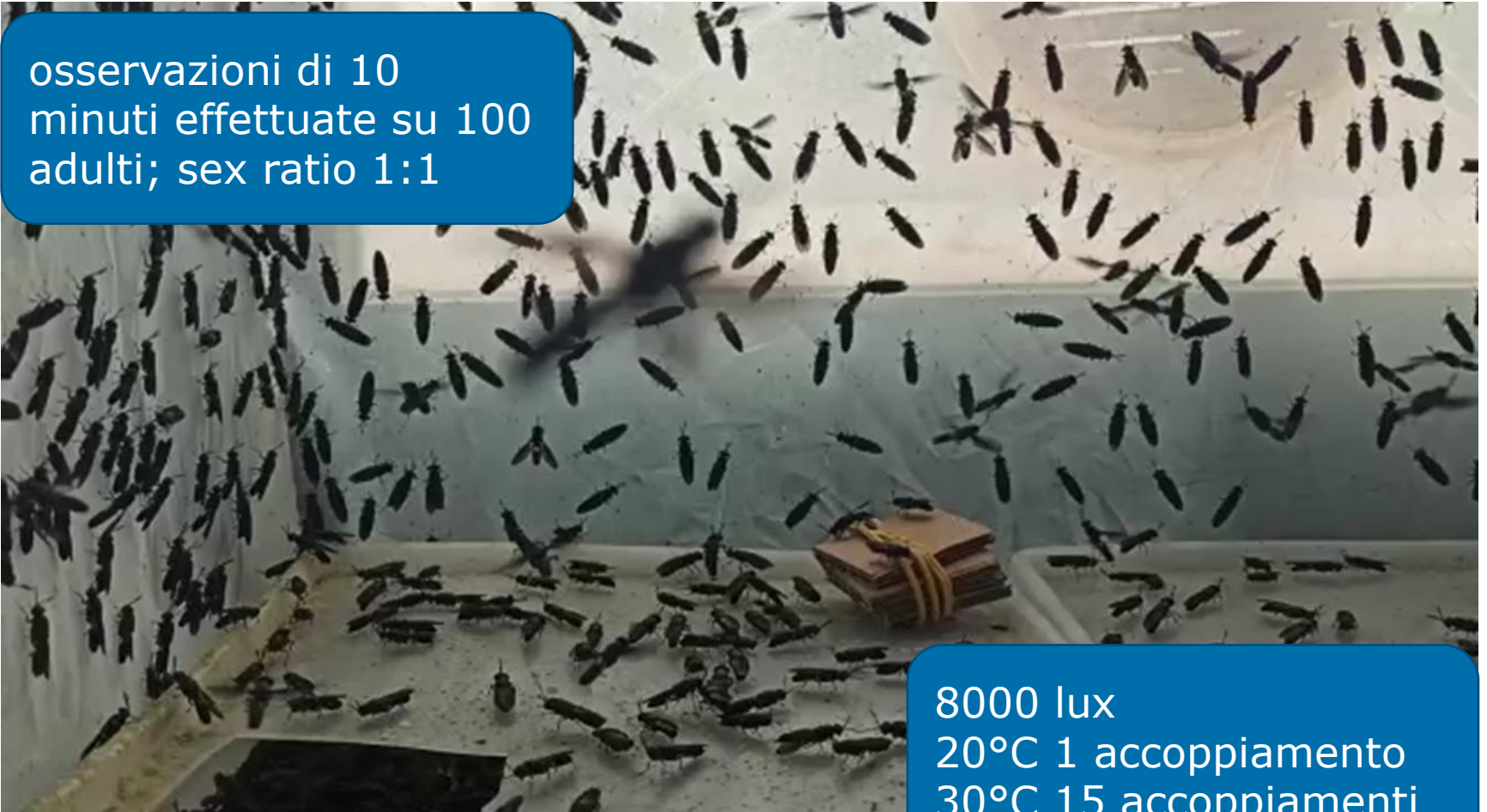
Numero medio ± ES di accoppiamenti osservati alle due differenti intensità luminose testate (25°C)

Il comportamento riproduttivo di *H. illucens* è influenzato dalle temperature di stabulazione



Il comportamento riproduttivo di *H. illucens* è influenzato dalle temperature di stabulazione

osservazioni di 10  
minuti effettuate su 100  
adulti; sex ratio 1:1



8000 lux  
20°C 1 accoppiamento  
30°C 15 accoppiamenti

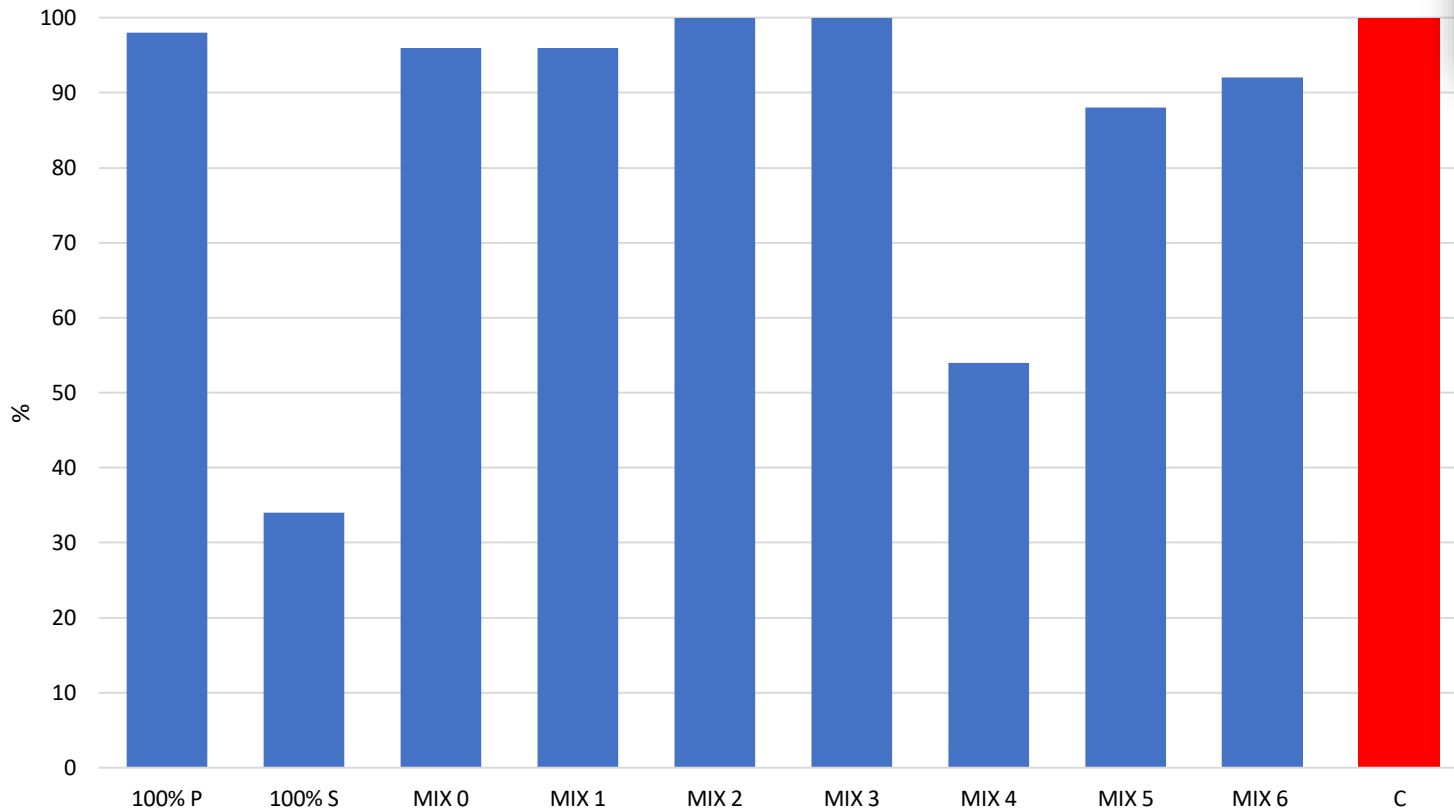
Per valutare l'effetto della dieta larvale sulle performances dei riproduttori sono state formulate differenti diete impiegando diverse matrici alimentari addizionate con sansa al fine di individuare il miglior rapporto di miscelazione delle matrici utilizzate

<b>CODICE</b>	<b>POLLINA (P)</b>	<b>SANSA (S)</b>	<b>FOGLIE (F)</b>
<b>P</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>S</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>0</b>
<b>MIX 0</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>10</b>
<b>MIX 1</b>	<b>75</b>	<b>25</b>	<b>0</b>
<b>MIX 2</b>	<b>70</b>	<b>20</b>	<b>10</b>
<b>MIX 3</b>	<b>20</b>	<b>70</b>	<b>10</b>
<b>MIX 4</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
<b>MIX 5</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>0</b>
<b>MIX 6</b>	<b>25</b>	<b>75</b>	<b>0</b>
<b>C (CONTROLLO)</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>--</b>

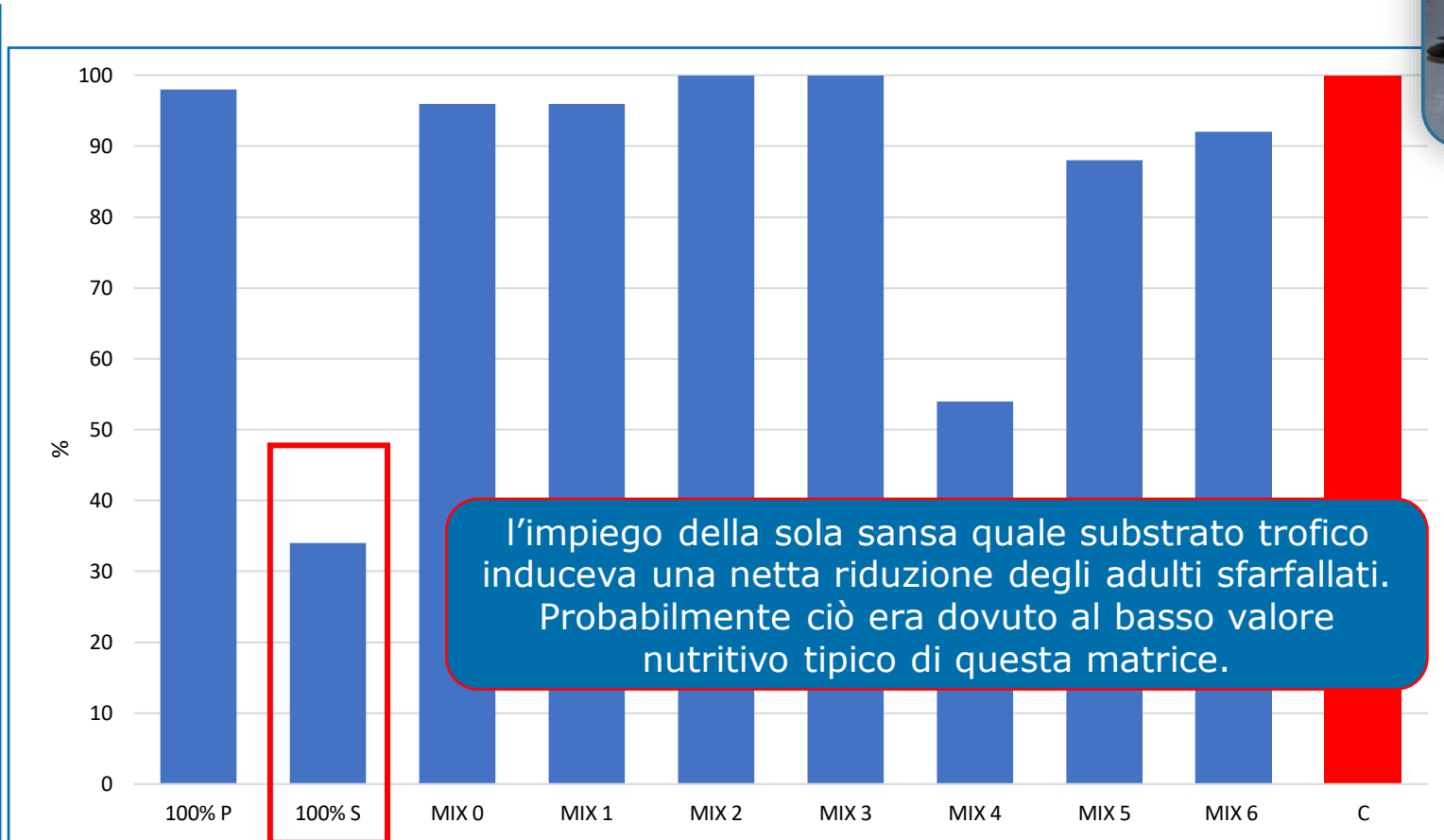
3 repliche  
25°C  
fotoperiodo 12:12

sansa e foglie di  
olivo, e integrazione  
di pollina.

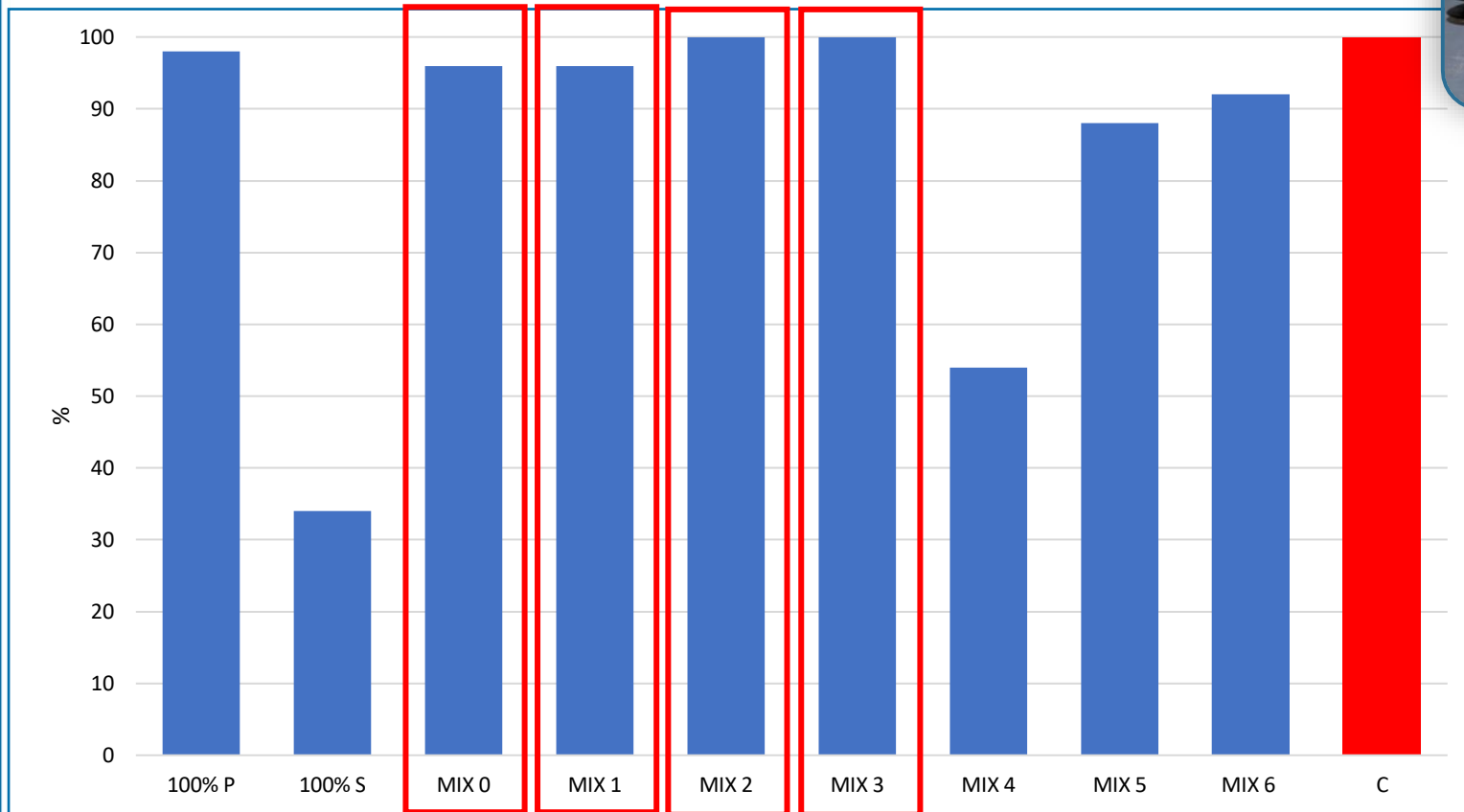
Schema delle matrici trofiche testate sul dittero *H. illucens* in differenti rapporti di miscelazione.



Percentuale di sfarfallamento di adulti del dittero *H. illucens* allevato su differenti diete

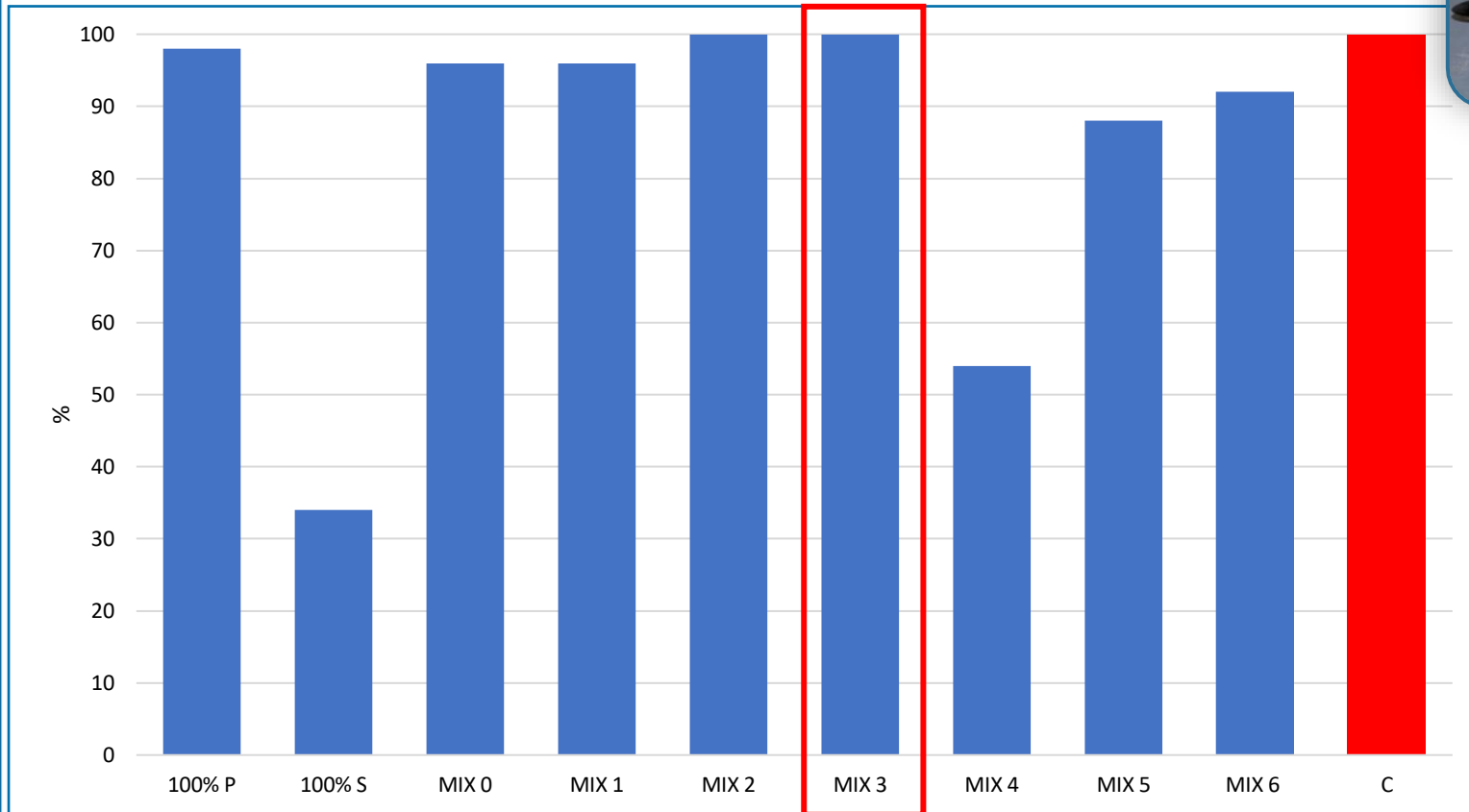


Percentuale di sfarfallamento di adulti del dittero *H. illucens* allevato su differenti diete



l'integrazione della dieta con aliquote variabili di pollina (fonte di azoto e microelementi) ha garantito il completo sviluppo degli stadi preimmaginali e lo sfarfallamento degli adulti.

Il dittero H.



la percentuale di adulti sfarfallati dalle larve allevate nel MIX 3, ad esempio, ha garantito la stessa aliquota di sfarfallamento registrata nella dieta di controllo

il dittero *H.*

Per quanto riguarda, le azioni finalizzate alla produzione di larve queste hanno riguardato in particolare la verifica della densità di allevamento ottimale, peso e misura delle larve e velocità di sviluppo

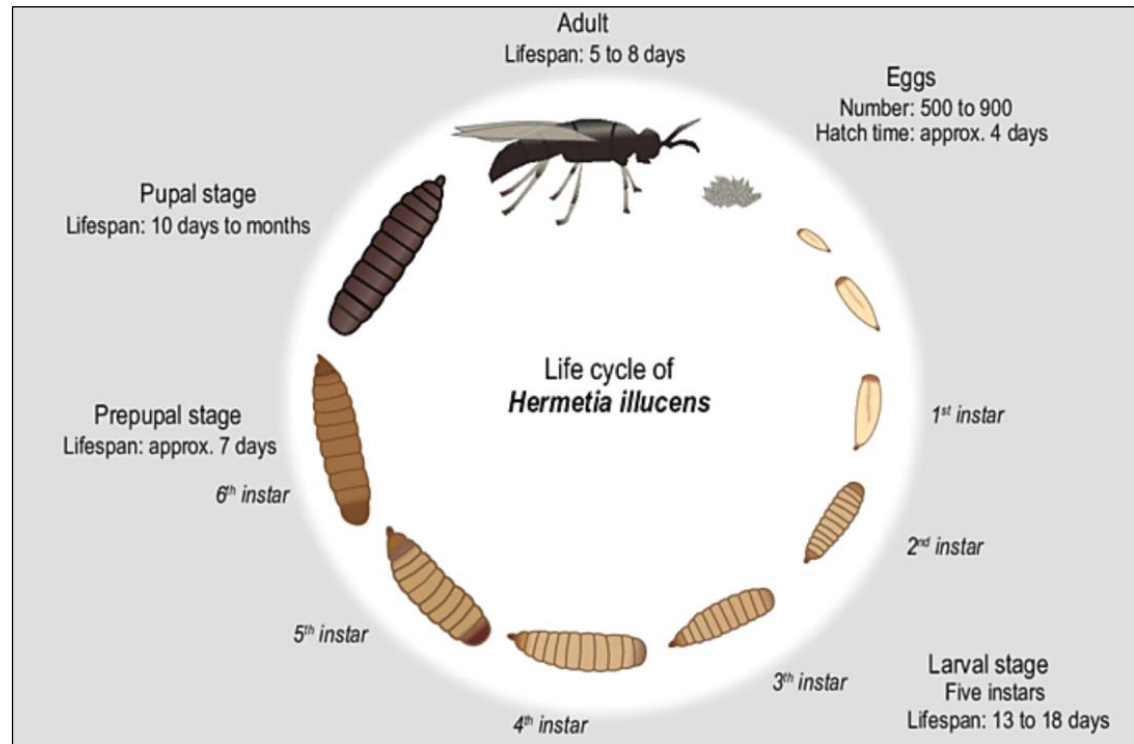


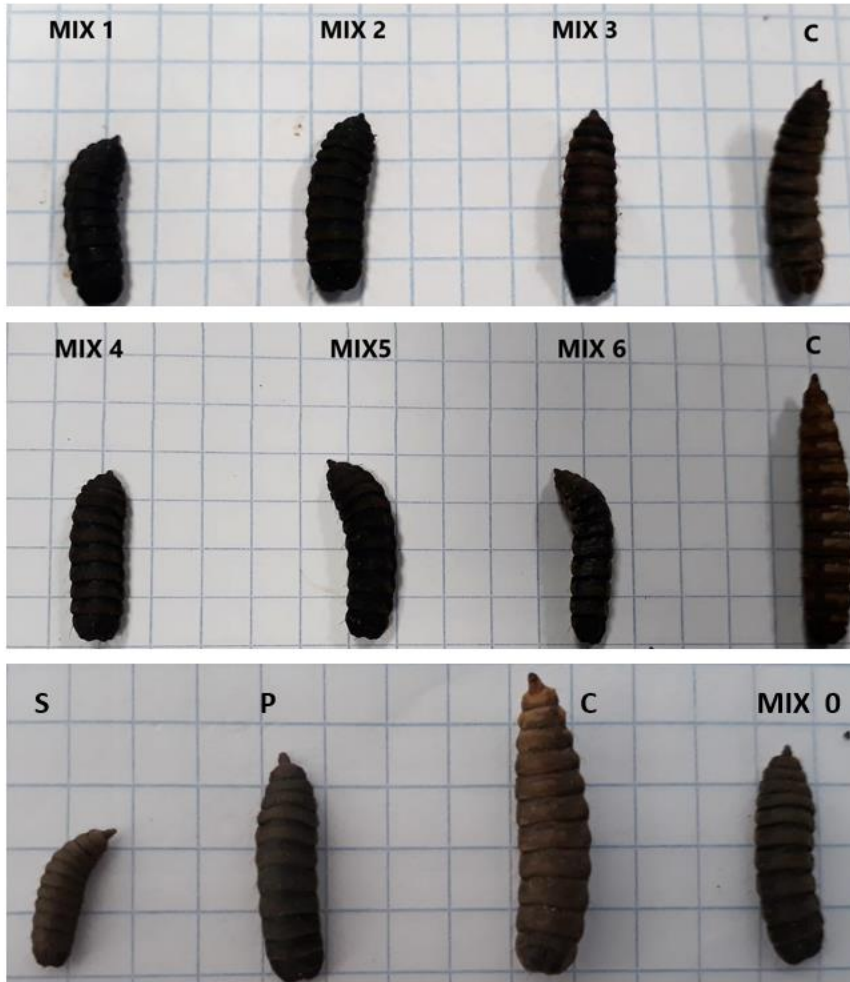
Per quanto riguarda, le azioni finalizzate alla produzione di larve queste hanno riguardato in particolare la verifica della densità di allevamento ottimale, peso e misura delle larve e velocità di sviluppo



La densità ottimale di allevamento si è rivelata essere rapporto di 5gr/larva come riportato in bibliografia

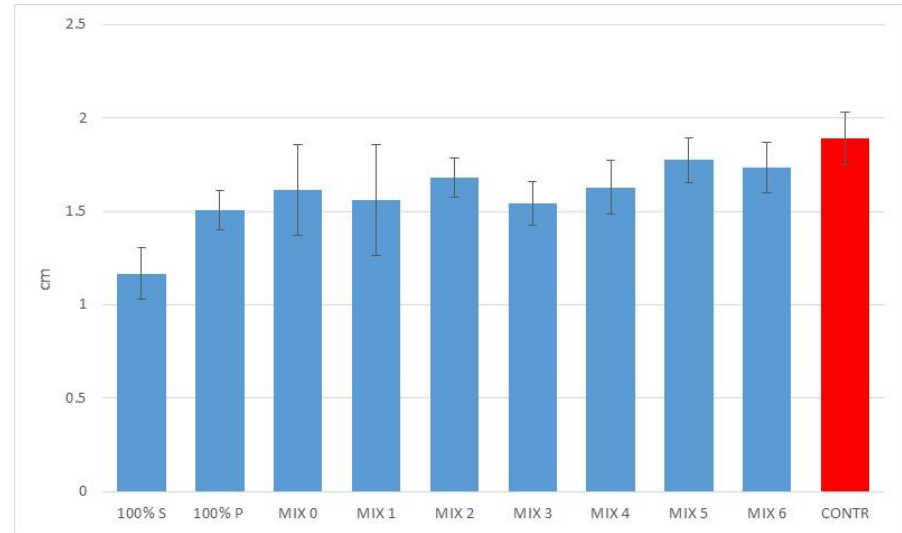
Le prove effettuate per ogni matrice e miscela testata hanno confermato che la durata media del ciclo completo dell'insetto è quella di circa 45 giorni come riportata in bibliografia



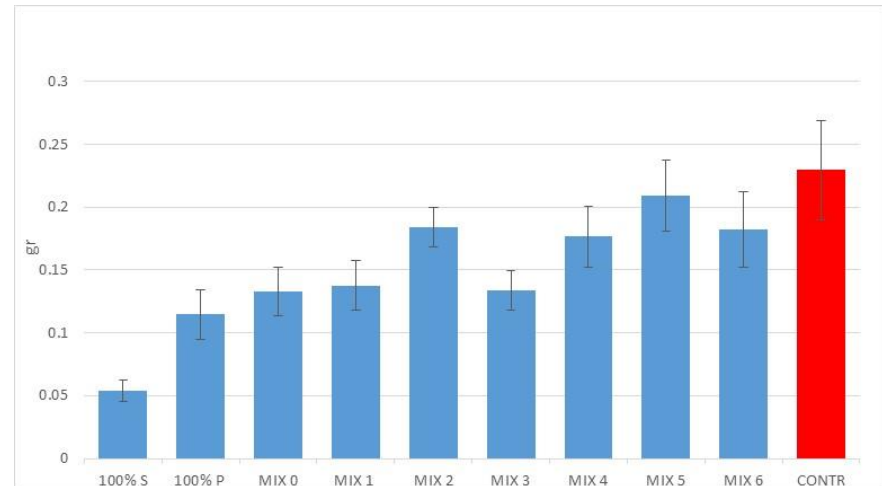


Pupe del dittero *H. illucens* a fine del ciclo di sviluppo su materiali di scarto in differenti rapporti di miscelazione). Dall'alto in basso e da sinistra a destra: (MIX 1) 75% pollina, 25 % sansa, 0 % foglie (MIX 2) 70 % pollina, 20% sansa, 10% foglie, (MIX 3) 20% pollina, 70% sansa, 10% foglie, (C ) Controllo, (MIX 4) 30% pollina, 30% sansa, 40% foglie, (MIX 5) 50% pollina, 50% sansa, 0% foglie (MIX 6) 25% pollina, 75% sansa, 0% foglie, (C ) Controllo, (S) 0% pollina, 100% sansa, 0% foglie, (P) 100% pollina, 0% sansa, 0% foglie, (C ) Controllo, (MIX 0) 45% pollina, 45% sansa, 10% foglie.

Lunghezza media delle pupe del dittero *H. illucens* allevate su differenti substrati alimentari



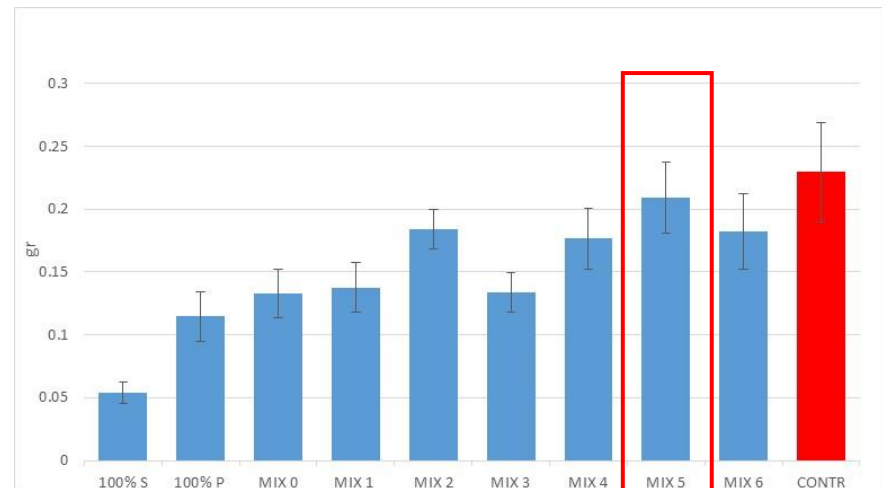
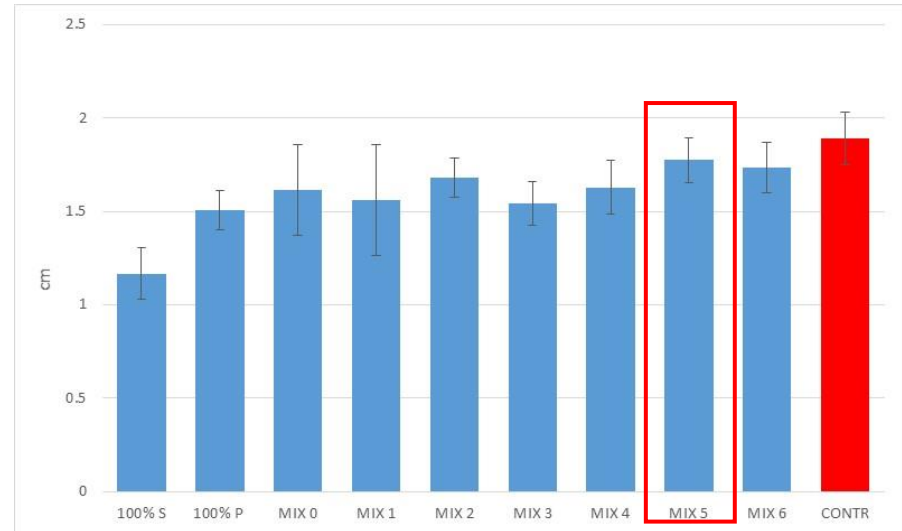
Peso medio delle pupe del dittero *H. illucens* allevate su differenti substrati alimentari

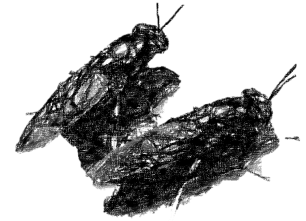


Lunghezza media delle pupe del dittero *H. illucens* allevate su differenti substrati alimentari

**MIX 5 (50% pollina, 50% sansa 0% foglie)**

Peso medio delle pupe del dittero *H. illucens* allevate su differenti substrati alimentari





- *H.illucens* è un dittero dall'elevato potenziale biotico
- Nota la sua attività di bio compostatore della sostanza organica
- Le larve, durante la loro azione trofica innescano processi fermentativi che, innalzando la temperatura del substrato riducono l'effetto della temperatura ambientale
- Sviluppo larvale non particolarmente condizionato dai parametri ambientali
- Il comportamento riproduttivo degli adulti è influenzato dalle temperature di stabulazione e dall'intensità luminosa
- La sansa, da sola, non riesce a soddisfare le esigenze nutrizionali dell'insetto
- Integrazioni azotate (pollina) consentono di ottimizzare il processo di sviluppo di *H.illucens* rientrando anche nell'ottica di un'economia circolare



Grazie per l'attenzione

