



## TIPO DI OPERAZIONE

### 16.2.01 - SUPPORTO PER PROGETTI PILOTA E PER LO SVILUPPO DI NUOVI PRODOTTI, PRATICHE, PROCESSI E TECNOLOGIE NEL SETTORE AGRICOLO E AGROINDUSTRIALE

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 2286/2021

FOCUS AREA 3A

## RELAZIONE TECNICA FINALE

**DOMANDA DI SOSTEGNO** 5405306

**DOMANDA DI PAGAMENTO** 5753913

|                                  |                                                                                                                                                |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titolo progetto                  | <i>Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo feed e food</i>                                             |
| Ragione sociale del beneficiario | <i>CENTRO ECONOMICO SERVIZI AGRICOLI E CANTINA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA ANCHE IN FORMA ABBREVIATA CESAC SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA</i> |

|                                                                 |            |               |
|-----------------------------------------------------------------|------------|---------------|
| Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)          | 18         |               |
| Data inizio attività                                            | 01/09/2022 |               |
| Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse) | 26/03/2024 |               |
|                                                                 |            |               |
| Relazione relativa al periodo di attività dal                   | 01/09/2022 | Al 26/03/2024 |
| Data rilascio relazione                                         | 16/05/2024 |               |

|                        |                                           |        |  |
|------------------------|-------------------------------------------|--------|--|
| Autore della relazione | Maria Paone                               |        |  |
| telefono               |                                           | e-mail |  |
| pec                    | progettazione.cica@pec.confcooperative.it |        |  |

#### RESPONSABILE DEL PROGETTO

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_

PEC \_cesac@pec.confcooperative.it\_

Ente di appartenenza CESAC s.c.a

#### RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO

- \_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_

PEC \_aa@pec.crea.gov.it\_

Ente di appartenenza *CREA – Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente*

## Sommario

|     |                                                                                       |   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1   | DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....                                                         | 4 |
| 1.1 | STATO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PROGETTO .....                                        | 4 |
| 2   | DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE.....                                                   | 4 |
| 2.1 | ATTIVITÀ E RISULTATI .....                                                            | 4 |
| 2.2 | PERSONALE.....                                                                        | 5 |
| 2.3 | COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI.....                                | 5 |
| 2.4 | SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE .....                             | 6 |
| 2.5 | SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE, INVESTIMENTI IMMATERIALI .....           | 6 |
| 2.6 | MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI .... | 6 |
| 2.7 | LOCAZIONE .....                                                                       | 7 |
| 3   | CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ .....                     | 7 |
| 4   | ALTRE INFORMAZIONI.....                                                               | 7 |
| 5   | CONSIDERAZIONI FINALI .....                                                           | 8 |
| 6   | RELAZIONE TECNICA.....                                                                | 8 |

## 1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

*Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del progetto*

Il Tenebrio Molitor è una delle specie di insetto più allevate in Europa per scopi alimentari nel settore feed e food. Grazie alle sue caratteristiche di accrescimento e bioconversione il Tenebrio è considerata una delle specie più promettenti per il settore. Infatti, garantendo specifiche condizioni ambientali e substrati idonei, si possono garantire produzioni ottimali in tempi brevi.

Il progetto prevede la conversione di celle frigorifere non più utilizzate per la conservazione dei prodotti frutticoli, in aree in cui la frutticoltura è in regresso (area di pianura tra Bologna, Ferrara e Ravenna), come ambienti idonei a realizzare tali allevamenti. Le infrastrutture esistenti (previo adeguamento impiantistico) saranno idonee alle attività di allevamento di insetti da tenere a temperatura ed umidità costante. Questo potrà portare ad una valorizzazione dell'infrastruttura esistente.

### 1.1 STATO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PROGETTO

| Azione                                                                                                                                                           | Tipologia attività           | Mese inizio attività previsto | Mese inizio attività effettivo | Mese termine attività previsto | Mese termine attività effettivo |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| AZIONE ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE                                                                                                                              | ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE | 09/2022                       | 08/2022                        | 03/2024                        | 03/2024                         |
| Azione 1: Adeguamento dei locali in cui si svolge il progetto rispetto alle indicazioni IPIFF                                                                    | Realizzazione                | 09/2022                       | 01/2023                        |                                |                                 |
| Azione 2: Valutazione delle matrici di alimentazione e definizione delle procedure di allevamento – verifica di sicurezza delle pratiche adottate in allevamento | Realizzazione                | 02/2023                       |                                | 03/2024                        |                                 |
| Azione 3: Studio del processo di trasformazione delle larve                                                                                                      | Realizzazione                | 10/2023                       |                                | 03/2024                        |                                 |
| AZIONE DIVULGAZIONE                                                                                                                                              | Divulgazione                 | 09/2022                       | 09/2022                        | 03/2024                        | 03/2024                         |

## 2 DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

*Compilare una scheda per ciascuna azione*

### AZIONE ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE

#### 2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

|        |                              |
|--------|------------------------------|
| Azione | ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE |
|--------|------------------------------|



|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descrizione delle attività | <p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Tale attività ha consentito il corretto svolgimento del progetto in tutte le fasi e con tutti i soggetti coinvolti e la corretta rendicontazione dell'attività scientifica, il monitoraggio dei risultati attesi e ottenuti, la programmazione delle attività e di eventuali cambiamenti da apportare a parti del progetto, la definizione delle azioni future.</p> <p>CICA ha collaborato con il beneficiario per le attività di animazione, funzionamento e gestione del progetto e tutti i fornitori hanno partecipato alle attività di coordinamento e gestione delle azioni del Piano di Innovazione, ognuno con specifico riferimento alle azioni in cui è stato coinvolto.</p> <p>Si sono tenuti momenti di incontro tra i diversi partner per la discussione dei seguenti punti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Rendicontazione dell'attività scientifica: stato di attuazione delle Azioni realizzative e andamento degli indicatori, confronto tra risultati attesi e ottenuti, gestione delle non conformità.</li> <li>□ Programmazione delle attività future sulle azioni in essere e di eventuali cambiamenti da apportare a parti del progetto.</li> <li>□ Definizione delle azioni future.</li> </ul> <p>Ad una riunione iniziale di progetto (kick-off meeting), per l'analisi della determinata concessione di contributo da parte della Regione Emilia Romagna, utile a definire tempi e modi dell'evoluzione dell'attività, sono seguite altre 3 riunioni plenarie, a cui hanno partecipato tutte le Unità Operative.</p> <p>Per il continuo aggiornamento sui progressi del progetto, è stata definita una mailing list e identificata come piattaforma di scambio dei documenti One Drive.</p> <p>Il CICA Bologna ha fornito supporto al controllo della corretta documentazione delle azioni, inoltre al fine di consentire la preparazione ed inoltro della domanda di liquidazione, CICA Bologna ha:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fornito ai partecipanti l'elenco dei documenti amministrativi e tecnici necessari o utili alla redazione dei documenti finali di progetto;</li> <li>2. Curato le comunicazioni tra il beneficiario, i fornitori e la Regione Emilia Romagna, fornendo dettagli sugli aspetti formali della documentazione da approntare.</li> <li>3. Curato la raccolta dei documenti e delle informazioni necessarie alla redazione delle relazioni di chiusura del progetto.</li> <li>4. Mantenuto tutte le Unità Operative aggiornate sugli sviluppi della predisposizione della documentazione di chiusura e sulle eventuali ulteriori integrazioni richieste.</li> <li>5. Curato, in stretta relazione con il soggetto Beneficiario, i rapporti con l'Ente Pubblico nella gestione del progetto, mantenendo informate per quanto di loro competenza le Unità Operative, sia nel corso delle riunioni calendarizzate che con tempestive comunicazioni in caso di necessità.</li> </ol> <p>Sono stati oggetto della presente azione, con il supporto del CICA, anche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• i controlli riguardanti la corretta realizzazione del progetto nel suo complesso, in funzione del mantenimento dei requisiti di accesso del beneficiario, delle priorità assegnate, del controllo del pannello degli indicatori delle singole azioni per il raggiungimento degli obiettivi finali.</li> <li>• supporto al controllo della corretta documentazione delle azioni, sia al fine della efficace comunicazione tra le parti, che della produzione della documentazione delle attività per come prevista nei termini indicati dalla RER, al fine di consentire la preparazione ed inoltro della domanda di liquidazione.</li> <li>• cura delle comunicazioni tra il BENEFICIARIO e il FORNITORE/ORGANISMO DI RICERCA e la Regione Emilia Romagna, fornendo dettagli sugli aspetti formali della documentazione da approntare.</li> <li>• mantenimento del BENEFICIARIO e del FORNITORE/ORGANISMO DI RICERCA aggiornati sugli sviluppi della predisposizione della documentazione di chiusura e sulle eventuali ulteriori integrazioni richieste.</li> <li>• cura dei rapporti con l'Ente Pubblico nella gestione del progetto, mantenendo informati il BENEFICIARIO e il FORNITORE/ORGANISMO DI RICERCA delle comunicazioni intercorse, sia nel corso delle riunioni calendarizzate che con tempestive comunicazioni in caso di necessità.</li> </ul> |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate | <i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i><br>Le attività si sono svolte come previsto, con lo svolgimento di una riunione in più rispetto a quelle programmate |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2.2 PERSONALE

*Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.*

| Cognome e nome | Mansione/<br>qualifica | Attività svolta<br>nell'azione | Costo<br>orario | Ore | Costo<br>totale |
|----------------|------------------------|--------------------------------|-----------------|-----|-----------------|
|                | DIREZIONE              |                                | 61,88           | 80  | 4.950,40        |
|                | ENTOMOLOGO             |                                | 17,71           | 20  | 354,20          |
|                | ENTOMOLOGO             |                                | 19,83           | 60  | 1.189,80        |
|                |                        |                                |                 |     |                 |
| Totale:        |                        |                                |                 |     | 6.494,40        |

## 2.3 COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI

### CONSULENZE – SOCIETÀ

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo previsto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo            |
|---------------------------------------------|-----------|------------------|------------------------------------------|------------------|
| CICA Bologna                                |           | 14.500,00        | Gestione della cooperazione              | 13.860,00        |
|                                             |           |                  |                                          |                  |
|                                             |           |                  | <b>TOTALE</b>                            | <b>13.860,00</b> |

## AZIONE 1 Adeguamento dei locali in cui si svolge il progetto rispetto alle indicazioni IPIFF

### 1.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

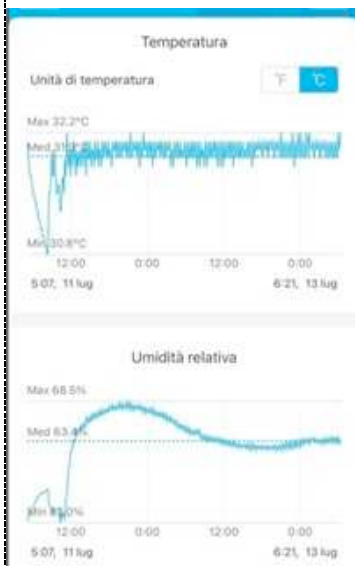
|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Azione 1                   | Adeguamento dei locali in cui si svolge il progetto rispetto alle indicazioni IPIFF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Descrizione delle attività | <p>Un consulente, con specifiche competenze di termotecnica ed ingegneria, ha verificato l'idoneità della cella individuata per l'allevamento sperimentale e messa a disposizione del progetto rispetto alle indicazioni IPIFF.</p> <p>Analisi come involucro termico ed analisi impiantistica divisa in 2 fasi come meglio specificato di seguito.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>un'analisi tecnica sulle condizioni ambientali e climatiche, offrendo indicazioni sugli strumenti tecnici che Cesac deve utilizzare per garantire le condizioni microclimatiche più idonee all'allevamento del tenebrio.</li> <li>la verifica della adeguatezza e degli eventuali adattamenti degli impianti di climatizzazione già esistenti nella cella in cui si è svolto il progetto al fine di renderli efficaci ed efficienti per l'allevamento del tenebrio.</li> </ul> <p>Il consulente ha collaborato con i manutentori Cesac alla verifica della adeguatezza e delle eventuali trasformazioni delle strutture utilizzate per il ricovero, la</p> |

|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         | <p>movimentazione e la predisposizione per l'alimentazione degli insetti al fine di renderli efficaci ed efficienti per l'allevamento del tenebrio, con particolare attenzione alla predisposizione per la meccanizzazione del processo produttivo anche nella eventualità di uno sviluppo in larga scala dell'allevamento in strutture simili ed alla luce delle direttive IPIFF.</p> <p>Ha poi supervisionato, in collaborazione ai tecnici, all'entomologo Cesac, nonché agli esperti dell'Organismo di Ricerca, alla realizzazione degli interventi ritenuti opportuni, verificandone i risultati con test e verifiche strumentali in loco.</p> <p>In particolare sono state svolte le attività di adeguamento dei locali esistenti di proprietà del Cesac.</p> <p>Ciò è stato fatto a partire da alcune valutazioni su diversi punti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifica involucro termico e distribuzione omogenea delle condizioni ambientali interne: è stata individuata la capacità termica delle celle in termini di dispersioni delle pareti e ponti termici, si è definita l'energia totale dissipata per <math>W/m^2</math> pari a 7,41 come trasmittanza dell'involucro sulla base della composizione stratigrafica delle pareti.</li> <li>• Sono stati individuati i ponti termici e le temperature anomale localizzate interne in prossimità dei ponti termici che avrebbero potuto influire localmente sulla produttività dell'allevamento. escludendo le zone di ingresso naturalmente soggette a ponti termici, non sono stati trovati particolari situazioni di criticità.</li> <li>• Sono state analizzate le superfici fredde che avrebbero potuto dare origine ad aumenti localizzati di umidità e quindi problemi di muffe e inefficienze localizzate dell'allevamento, ma che non hanno generato preoccupazione in quanto non si arriva alle condizioni di condensa considerando l'umidità dell'aria all'interno della cella.</li> <li>• Viste le dimensioni della cella e soprattutto le altezze interne, si è valutato l'effetto camino e l'eventuale gradiente di temperatura che avrebbe potuto crearsi tra zona inferiore e superiore, al fine di garantire l'omogeneità di condizioni interne in tutte le zone della cella e si sono riscontrati delta di temperatura anche di 12 gradi. grazie all'adozione di sistemi forzati si è ridotto il gap a soli 4 gradi nella prima fascia utile per l'allevamento.</li> <li>• è stata fatta contestualmente la verifica degli impianti esistenti e loro adeguamento. In particolare, si sono prese in considerazione le centrali frigorifere esistenti e gli impianti di scambio termico separatamente. Data la natura del sistema predisposto per veicolare un fluido refrigerante ed in particolare ammoniaca (che subisce un cambio di stato durante il suo processo di raffreddamento) non si sono trovate soluzioni di riutilizzo pratico dei sistemi.</li> </ul> <p>Grazie alla potente barriera termica delle celle ed alla capacità dell'insetto di generare calore con la propria attività, si è valutato che il sistema può essere sostenuto durante l'inverno da una piccola fonte di calore a supporto, mentre per le fasi estive il sistema di raffreddamento può essere usato tal quale per le esigenze frigorifere.</p> <p>Stessa valutazione è stata fatta per i sistemi di controllo dell'umidità della cella, partendo dai dispositivi di umidificazione già presenti in base delle condizioni da mantenere e sulla base dei flussi interni alla cella.</p> <p>Viste le limitate necessità di umidificazione sono stati predisposti dei sistemi ad hoc mobili. come si evince dalle tabelle di calcolo e foto in relazione tecnica.</p> |
| Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate | <p>Sono stati valutati gli involucri termici ed è stata rilevata una dispersione massima pari a <math>7,41 W/m^2</math> in condizioni di massima differenza di temperatura tra celle e ambiente esterno. Visti nuovi set point di temperatura, la condizione peggiore si trova durante il periodo invernale, quando le temperature sono più fredde.</p> <p>Sono stati analizzati gli impianti esistenti. Dopo varie prove è stata accantonata l'idea di un sistema modificato derivato dagli impianti frigo ad assorbimento. Al loro posto sono stati installati dei sistemi localizzati per il controllo delle condizioni climatiche.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

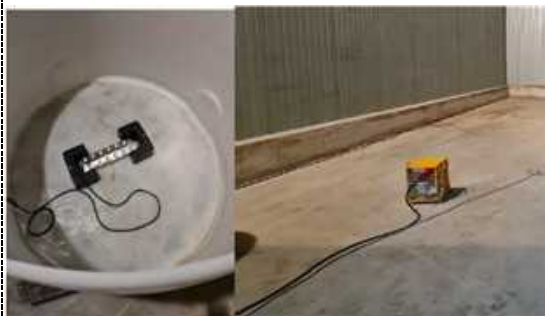
Inoltre è stato installato un sistema di regolazione e datalogger ad hoc.



Sistema di gestione temperatura umidità e registrazione.



Sistema di reportistica temperatura ed umidità con salvataggio cloud invio tramite protocollo IP



Sistemi di riscaldamento e umidificazione ad hoc degli ambienti.





## 1.2 PERSONALE

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

| Cognome e nome | Mansione/ qualifica         | Attività svolta nell'azione | Costo orario | Ore | Costo totale |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|-----|--------------|
|                | DIREZIONE                   | Coordinamento               | 61,88        | 112 | 6.930,56     |
|                | ENTOMOLOGO                  | Supporto all'allevamento    | 17,71        | 320 | 5.667,20     |
|                | ENTOMOLOGO                  | Supporto all'allevamento    | 19,83        | 277 | 5.492,91     |
|                | CARRELLISTA                 | Manodopera                  | 25,54        | 312 | 7.968,48     |
|                | RESPONSABILE MANGIMIFICIO   | Verifiche dei risultati     | 29,69        | 49  | 1.454,81     |
|                | TECNICO AMMENDANTI          | Verifiche dei risultati     | 46,46        | 49  | 2.276,54     |
|                | MANUTENTORE                 | Manodopera                  | 25,45        | 212 | 5.395,40     |
|                | OPERAIO                     | Manodopera                  | 12,57        | 168 | 2.111,76     |
|                | RESPONSABILE AMMINISTRATIVO | Supporto alla gestione      | 50,95        | 48  | 2.445,60     |
|                |                             |                             |              |     |              |
| Totale:        |                             |                             |              |     | 39.743,26    |

## 1.3 COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI

### CONSULENZE ESTERNE - PERSONE FISICHE

| nominativo del consulente | Importo previsto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo     |
|---------------------------|------------------|------------------------------------------|-----------|
|                           | 12.000,00        | Valutazione delle celle                  | 12.480,00 |
|                           |                  |                                          |           |

|  |  |               |           |
|--|--|---------------|-----------|
|  |  | <b>TOTALE</b> | 12.480,00 |
|--|--|---------------|-----------|

## **AZIONE 2 Valutazione delle matrici di alimentazione e definizione delle procedure di allevamento – verifica di sicurezza delle pratiche adottate in allevamento**

### **1.1 ATTIVITÀ E RISULTATI**

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Azione 2                   | Valutazione delle matrici di alimentazione e definizione delle procedure di allevamento – verifica di sicurezza delle pratiche adottate in allevamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Descrizione delle attività | <p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p><b>TASK 2.1</b> Una società, Biological Care srl, incaricata da CESAC, con specifiche competenze nell'allevamento di insetti, ha fornito indicazioni nella messa a punto del processo di allevamento di <i>Tenebrio molitor</i>, identificando le buone pratiche da adottare per garantire il benessere animale e limitare le possibili contaminazioni</p> <p>Lo stesso ente ha fornito una consulenza per la verifica dei substrati di alimentazione delle larve che il mangimificio interno metterà a disposizione del progetto.</p> <p>Biological Care ha svolto un'analisi di mercato dei prodotti utilizzabili per l'alimentazione degli insetti, verificando in base alle indicazioni IPIFF la loro idoneità al processo di alimentazione sia per la destinazione feed del prodotto finale conseguito, sia per la eventuale destinazione food.</p> <p>Si è poi occupata di testare tali prodotti per l'alimentazione delle larve nei diversi stadi di sviluppo, orientando prioritariamente la scelta sui prodotti presenti sul territorio emiliano romagnolo (grani duri e teneri, mais, sorgo e soia e relative farine, sottoprodotti della lavorazione della frutta e degli ortaggi).</p> <p>È stata verificata la possibilità di utilizzare, oltre alle farine, i semilavorati e i sottoprodotti della filiera cerealicola. Si sono identificati 7 substrati di alimentazione che opportunamente miscelati e combinati tra loro hanno generato oltre 20 possibili razioni di facile reperibilità sul territorio, competitività e stabilità del prezzo nel tempo, compatibilità con la specie allevata e potenziale rischio di contaminazioni basso Vedere relazione task 2.1 specifica per la razione e sistemi di allevamento.</p> <p><b>TASK 2.2</b> Il CREA ha dato sostegno nella messa a punto del processo di allevamento di <i>Tenebrio molitor</i>, identificando le buone pratiche da adottare per garantire il benessere animale e limitare le possibili contaminazioni.</p> <p>Sono state effettuate visite agli ambienti di allevamento per prelievo di campioni di substrato e animali durante varie fasi di crescita. Gli insetti allevati con le diverse diete sono stati campionati ad inizio e fine allevamento (larve al plateau dell'accrescimento pronte per la commercializzazione prima dello stadio di impupamento) per consentire a Biological Care di misurare la resa in termini di accrescimento e conversione del substrato. Sulla base di questa analisi si sono individuate le diete sulle quali le performance sono migliori. Sugli insetti allevati con le migliori tre diete si sono svolte analisi chimiche e microbiologiche. Per ognuna delle tre diete identificate, le analisi sono state svolte su tre diverse repliche del lotto e i risultati comparati, tenendo conto che una delle tre diete era considerata il controllo. Le analisi chimiche hanno consentito la quantificazione proteica, della frazione lipidica, delle ceneri e delle fibre. Le analisi microbiologiche invece sono state utili alla quantificazione della carica microbica totale, di lieviti e muffe, dei coliformi e di <i>B. cereus</i>, ritenuti indicatori sufficienti per fare un primo screening ed una valutazione preliminare della sicurezza microbiologica. Queste sono state effettuate sia sul substrato residuo dell'allevamento che sulle larve. Il CREA ha poi</p> |

|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                | <p>stimato la resa e il calcolo dell'efficienza di conversione misurando il peso fresco e secco delle larve ottenute sulle diverse diete. Avendo a disposizione i dati di allevamento raccolti dal CESAC e quelli relativi ai substrati forniti da Biological Care è stato possibile stimare l'efficienza di conversione del substrato in biomassa per avere un indicatore più attendibile delle performance delle varie diete. Tutti questi dati hanno di individuare il miglior substrato di allevamento nella "Razione 3", ovvero la dieta composta da 45% di pane, 5% lievito secco e 50% crusca..</p> <p>(VEDI ALLEGATA RELAZIONE "Report task 2").</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</p> | <p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>OUTPUT del progetto</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificazione del miglior substrato di allevamento sulla base delle performance di crescita e delle caratteristiche microbiologiche.</li> </ul> <p>L'obiettivo è stato raggiunto, con l'unico scostamento dovuto al fatto che le diete testate microbiologicamente erano tre, comprensive di quella di controllo. Diverse altre diete sono state scartate nella fase precedente per le evidenti basse performance di crescita. Sulla base delle caratteristiche microbiologiche e di accrescimento il miglior substrato è risultato essere la razione 3 (pane, lievito, crusca, 45%-5%-50%). In particolare, la carica di lieviti e muffe della razione 3 risulta significativamente inferiore a quella delle larve allevate su trebbie e comparabile con il controllo (crusca/lievito, 95-5%). I dati relativi ai risultati microbiologici sono riportati nel "Report task 2"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificazione di eventuali punti critici da monitorare durante l'allevamento.</li> </ul> <p>L'obiettivo è stato raggiunto. I vari punti critici identificati nell'operatività dell'allevamento sono stati descritti nel Report del task 2.2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Report contenente la descrizione delle diete testate con riferimento alle rese ottenute e per quelle selezionate con riferimento alle caratteristiche nutrizionali e microbiologiche dell'insetto.</li> </ul> <p>L'obiettivo è stato raggiunto. Il report contenente tutti i dati microbiologici e composizionali delle larve cresciute sulle tre diete è il "Report del task 2.2"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nel report verranno inoltre riportate delle linee guida da adottare in allevamento al fine di minimizzare la carica microbica degli insetti.</li> </ul> <p>L'obiettivo è stato raggiunto. Le linee guida per minimizzare il rischio microbiologico durante l'allevamento sono state descritte nel Report del task 2.2</p> |

## 1.2 PERSONALE

*Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.*

| Cognome e nome | Mansione/ qualifica       | Attività svolta nell'azione | Costo orario | Ore | Costo totale |
|----------------|---------------------------|-----------------------------|--------------|-----|--------------|
|                | DIREZIONE                 | Coordinamento               | 61,88        | 24  | 1.485,12     |
|                | ENTOMOLOGO                | Supporto all'allevamento    | 19,83        | 852 | 16.895,16    |
|                | CARRELLISTA               | Manodopera                  | 25,54        | 654 | 16.703,16    |
|                | RESPONSABILE MANGIMIFICIO | Verifiche dei risultati     | 29,69        | 84  | 2.493,96     |
|                | MANUTENTORE               | Manodopera                  | 25,45        | 166 | 4.224,70     |
|                | OPERAIO                   | Manodopera                  | 12,57        | 702 | 8.824,14     |

|         |                             |                        |       |     |           |
|---------|-----------------------------|------------------------|-------|-----|-----------|
|         | RESPONSABILE AMMINISTRATIVO | Supporto alla gestione | 50,95 | 114 | 5.808,30  |
|         |                             |                        |       |     |           |
|         |                             |                        |       |     |           |
| Totale: |                             |                        |       |     | 56.434,54 |

## 1.3 COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI

### CONSULENZE – SOCIETÀ

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo previsto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo       |
|---------------------------------------------|-----------|------------------|------------------------------------------|-------------|
| BIOLOGICALCARE SRL                          |           | 50.000,00        | Consulente Task 2.1                      | 50.000,00 € |
| CREA                                        |           | 12.000,00        | Coordinamento scientifico Task 2.2       | 12.000,00 € |
|                                             |           |                  |                                          |             |
| TOTALE                                      |           |                  |                                          | 62.000,00 € |

## AZIONE 3 Studio del processo di trasformazione delle larve

### 1.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Azione 3                   | Studio del processo di trasformazione delle larve                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Descrizione delle attività | <p>TASK 3.1 Allo scopo di ottenere la definizione del più adeguato processo di trasformazione delle larve in semilavorati e prodotti finiti per l'industria mangimistica, il CREA ha studiato le condizioni di abbattimento ed essiccazione, e si è anche occupato del trattamento delle larve fresche fino all'ottenimento di pannello e olio. Si sono valutati i principali metodi descritti in letteratura e, nella scelta di quelli da testare, è stata posta particolare attenzione a quelli che rispettino il benessere animale. Le larve utilizzate in questa azione sono state allevate sul substrato selezionato nell'azione 2, ovvero la "razione 3" composta da pane, crusca e lievito (45%-50%-5%).</p> <p>Sono stati testati 5 diversi metodi di abbattimento ed essiccazione andando a valutare l'essiccazione diretta a diverse temperature, il congelamento seguito da essiccazione e il blanching seguito da essiccazione. Questo studio è stato particolarmente importante perché ha consentito di identificare due processi utilizzabili a seconda del settore di riferimento. La bollitura seguita da liofilizzazione si è rivelata come il miglior processo per quanto riguarda abbattimento della carica microbica e mantenimento del colore originario dell'insetto. Questo potrebbe essere utilizzato per la produzione di insetti e farine ad uso umano. Tuttavia, per l'utilizzo in mangimistica si è identificata la bollitura seguita da essiccazione a 60°C come il miglior processo che garantisca l'abbattimento della carica microbica senza ricorrere ai costi poco sostenibili della liofilizzazione.</p> <p>La liofilizzazione prevede, dopo la bollitura, una fase di congelamento che potrebbe essere svolta nelle attuali celle. Questo è particolarmente interessante perché le larve andrebbero bollite a fine allevamento e conservate congelate fino al momento della liofilizzazione. L'utilizzo di celle frigo per l'allevamento e la vicinanza di celle frigo che possano congelare le larve dopo bollitura consentirebbe uno stoccaggio sicuro delle larve prima della liofilizzazione.</p> |



|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                         | <p>Le larve essiccate ottenute sono state sottoposte ad analisi microbiologiche e qualitative per valutare l'influenza dei processi tecnologici su qualità e sicurezza microbiologica. In particolare, si sono svolte le analisi per quantificare la carica microbica totale, i lieviti e muffe, i coliformi, B. cereus, Salmonella, Staphilococcus, Lysteria ed enterobatteri. Dal punto di vista qualitativo si sono invece valutati l'ossidazione degli acidi grassi tramite il saggio TBA e la degradazione della frazione proteica tramite la quantificazione dell'azoto volatile totale.</p> <p>Una parte delle larve essiccate sono state sottoposte ad estrazione meccanica per ottenere farina d'estrazione ed olio. Entrambi i prodotti finali sono stati sottoposti alle stesse analisi delle larve essiccate con l'eccezione dell'olio la cui ossidazione è stata valutata misurando i perossidi presenti.</p> <p>Tutti i prodotti finali dell'allevamento, larve essiccate, olio e farina d'estrazione sono stati sottoposti ad analisi per determinarne la composizione in termini di proteine, lipidi, fibre e ceneri. Sulla base dei parametri qualitativi, microbiologici e composizionali si è determinato il processo di trasformazione più idoneo che si è dimostrato (Report task 3) e sulla farina e l'olio e le larve essiccate ottenuti da quest'ultimo si sono quantificati anche i contaminanti come metalli pesanti, aflatossine e IPA per valutare la loro eventuale presenza e bioaccumulo in una specifica frazione.</p> <p>TASK 3.2 Contestualmente, Biological Care ha analizzato, di concerto con il responsabile del mangimificio Cesac, gli scenari di mercato del prodotto ottenuto per l'integrazione dei mangimi per l'alimentazione animale già prodotti da Cesac. Più in generale il consulente ha analizzato l'economicità nell'attuale panorama economico e nei suoi più prevedibili sviluppi, della produzione in larga scala del Tenebrio, prevedendo in particolare scenari di ampliamento dell'attività del mangimificio Cesac (mangimistica per uccelli ornamentali, pet food in genere, alimenti per piscicoltura). Nel report task 3.2 e negli allegati relativi al business plan, sono stati individuati i costi di gestione dell'allevamento in base alle dimensioni ed il conseguente valore di produzione utile per definire il costo della larva per le lavorazioni di prodotti uso feed. Biological care ha svolto, di concerto con i responsabili economici di Cesac, una analisi economico finanziaria del processo produttivo del Tenebrio durante il progetto ed ha supportato la cooperativa per la redazione di un business plan per l'allevamento su larga scala del Tenebrio.</p> |
| Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate | <p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Output dell'azione</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>report contenente tutti i dati ottenuti dalla sperimentazione dei vari processi trasformativi messi in comparazione e analizzati e la descrizione del miglior processo individuato<br/>I vari processi di abbattimento ed essiccazione sono descritti nel "Report task 3"</li> <li>identificazione di eventuali punti critici da monitorare durante la trasformazione dell'insetto.<br/>Gli eventuali punti critici sono descritti nel "Report task 3"</li> <li>un batch per ognuno dei tre prodotti finali (larve essiccate, farina ed olio di TM) ottenuti dal miglior processo, corredati dalle loro schede tecniche</li> </ul> <p>Per questo obiettivo ci sono stati dei lievi scostamenti dovuti alle difficoltà nella fase di spremitura e alla necessità di dare la precedenza agli aspetti di sicurezza rispetto a quelli composizionali.</p> <p>Si è tentata la spremitura sia delle larve bollite e liofilizzate che di quelle bollite ed essiccate a 60°C. Si è riusciti a spremere solo le seconde e ci sono state delle difficoltà durante la fase di spremitura che non hanno consentito di ottenere materiale sufficiente a svolgere la totalità delle analisi.</p> <p>Si sono ottenuti farina full-fat (dalla macinazione delle larve essiccate), farina di estrazione e olio (dalla spremitura).</p> <p>Per l'olio si è determinato il profilo acidico e si sono poi quantificati lieviti, muffe, mesofili ed enterobatteri. Si è infine quantificato il numero di perossidi per</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>valutare l'eventuale ossidazione del prodotto.</p> <p>Per la farina d'estrazione per la farina full-fat (le larve essiccate e macinate), si è scelto di quantificare i grassi e le proteine. Si sono poi quantificati i metalli pesanti, le aflatossine e diversi microrganismi per valutare se durante il processo estrattivo ci fosse stata qualche contaminazione dovuta alla manipolazione delle larve o agli strumenti. Infine, è stato valutato lo stato ossidativo quantificando l'azoto basico volatile e il TBA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>analisi economico finanziaria del processo produttivo del Tenebrio ed un modello di Business Plan.</li> </ul> <p>Tutti gli obiettivi sono stati raggiunti in particolare:</p> <p>Definizione razione conforme agli standard IPIFF composta principalmente da sottoprodotti e definita da un punto di vista economico.</p> <p>Identificazione produttività e grado di conversione alimento/produzione larva</p> <p>Identificazione costi di produzione (costi diretti e indiretti).</p> <p>Identificazione dei processi di allevamento e sistemi di gestione delle infestazioni.</p> <p>Migliori strategie per la nursery ed efficientamento in termini di tempistiche e tecniche.</p> |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## 1.2 PERSONALE

*Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.*

| Cognome e nome | Mansione/ qualifica         | Attività svolta nell'azione | Costo orario | Ore | Costo totale |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|-----|--------------|
|                | DIREZIONE                   | Coordinamento               | 61,88        | 80  | 4.950,40     |
|                | ENTOMOLOGO                  | Supporto all'allevamento    | 29,07        | 306 | 8.895,42     |
|                | CARRELLISTA                 | Manodopera                  | 25,54        | 80  | 2.043,20     |
|                | RESPONSABILE MANGIMIFICIO   | Verifiche dei risultati     | 29,69        | 133 | 3.948,77     |
|                | OPERAIO                     | Manodopera                  | 12,57        | 150 | 1.885,50     |
|                | RESPONSABILE AMMINISTRATIVO | Supporto alla gestione      | 50,95        | 104 | 5.298,80     |
|                |                             |                             |              |     |              |
| Totale:        |                             |                             |              |     | 27.022,09    |

## 1.3 COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI

### CONSULENZE – SOCIETÀ

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo previsto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo              |
|---------------------------------------------|-----------|------------------|------------------------------------------|--------------------|
| BIOLOGICALCARE SRL                          |           | 10.000,00        | Consulente - Task 3.2                    | 10.000,00 €        |
| CREA                                        |           | 33.000,00        | Coordinamento scientifico Task 3.1       | 33.000,00 €        |
|                                             |           |                  | <b>TOTALE</b>                            | <b>43.000,00 €</b> |

# AZIONE DIVULGAZIONE

## 1.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

| Azione                                                                                                  | Divulgazione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Descrizione delle attività                                                                              | <p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>Sono stati svolti due meeting tecnici in data 29/02/2024 e 04/03/2024.</p> <p>Sono stati presentati i risultati presso:</p> <p>AGROINSECTA 2023</p> <p>Ecomondo 2023.</p> <p>È stato pubblicato un articolo divulgativo sulla testata online Agricoltura.it <a href="https://www.agricoltura.it/2024/03/08/captive-insect-il-progetto-che-riconverte-le-celle-frigorifere-per-lallevamento-di-insetti-a-utilizzo-foraggi-e-alimentazione/">https://www.agricoltura.it/2024/03/08/captive-insect-il-progetto-che-riconverte-le-celle-frigorifere-per-lallevamento-di-insetti-a-utilizzo-foraggi-e-alimentazione/</a></p> <p>E successivamente sulla testata AGRONOTIZIE <a href="https://agronotizie.imagelinenetwork.com/zootecnia/2024/04/12/romagna-da-celle-per-lortofrutta-a-biofabbriche-di-insetti/81446">https://agronotizie.imagelinenetwork.com/zootecnia/2024/04/12/romagna-da-celle-per-lortofrutta-a-biofabbriche-di-insetti/81446</a></p> <p>L'azienda ha inoltre presentato il progetto per partecipare a EIP-AGRI Innovation Awards for Operational Groups 2024, per ampliare la comunicazione nell'ambito EIP.</p> <p>I report di progetto sono stati pubblicati sul sito della Cooperativa e del partner per la divulgazione CICA Bologna.</p> |
| Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate | <p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Sono stati raggiunti gli obiettivi dell'azione:</p> <p>OUTPUT dell'azione:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>informazione agli allevatori (almeno 2 ore) ed agli agricoltori (almeno 2 ore), presenza ad eventi di settore (almeno 1), almeno 1 articolo destinato alla stampa scientifica o di settore, report riassuntivo dei risultati ottenuti durante la sperimentazione in allevamento e le prove di trasformazione</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 1.2 PERSONALE

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

| Cognome e nome | Mansione/qualifica | Attività svolta nell'azione | Costo orario | Ore | Costo totale |
|----------------|--------------------|-----------------------------|--------------|-----|--------------|
|                | DIREZIONE          | Coordinamento               | 61,88        | 24  | 1.485,12     |
|                | ENTOMOLOGO         | Controllo contenuti         | 19,83        | 44  | 872,52       |
|                |                    |                             |              |     |              |
| Totale:        |                    |                             |              |     | 2.357,64     |

## 1.3 COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI

## CONSULENZE – SOCIETÀ

| Ragione sociale della società di consulenza | Referente | Importo previsto | Attività realizzate / ruolo nel progetto | Costo       |
|---------------------------------------------|-----------|------------------|------------------------------------------|-------------|
| CREA                                        |           | 5.000,00         | Coordinamento scientifico                | 4.750,00 €  |
| BIOLOGICALCARE SRL                          |           | 6.000,00         | Consulente                               | 6.000,00 €  |
| CICA                                        |           | 5.000,00         | Gestione della cooperazione              | 5.000,00 €  |
| TOTALE                                      |           |                  |                                          | 15.750,00 € |

## 2 CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

*Lunghezza max 1 pagina*

|                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Criticità tecnico scientifiche</b>                                                                         | Le criticità tecnico scientifiche sono riportate in ognuna delle azioni.                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Criticità gestionali</b><br>(ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.) | È stato necessario sostituire l'entomologo inizialmente individuato internamente all'azienda con un dipendente che, a fronte di una preparazione di base adeguata, è stato successivamente supportato in una ulteriore formazione di approfondimento di cui l'azienda si è accollata i costi. |
| <b>Criticità finanziarie</b>                                                                                  | Non si sono rilevate criticità finanziarie.                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 3 ALTRE INFORMAZIONI

*Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti*

## 4 CONSIDERAZIONI FINALI

*Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare*

Il processo di allevamento delle larve è risultato facilmente riproducibile in celle frigorifere dismesse con buoni risultati in termini riproduttivi e qualitativi. La dimensione delle strutture per la frigoconservazione richiederebbe l'approntamento di grandi allevamenti e di conseguenza, di strutture di meccanizzazione e di pratiche gestionali complesse e costose, con investimenti importanti e che devono essere supportati da una domanda attualmente non presente nei mercati nazionali di riferimento (feed e food). Lo sviluppo dell'allevamento in celle frigorifere dismesse è quindi da mettere in relazione con il mercato delle commodities per il feed (cereali di base, farine di pesce, sottoprodotti dell'industria molitoria ed agroindustriale). Non si è ancora affermato, in questo ambito, un valore aggiunto dalla presenza di farine o di derivati dell'insetto. Anzi, una non scientifica divulgazione ideologizzata sta individuando gli insetti come un pericoloso novel food che snaturerebbe l'idea del made in Italy e della salubrità, territorialità e genuinità dei prodotti alimentari. Questo sconsiglia ad oggi di eseguire i grandi investimenti che i dati della ricerca svolta invece dicono essere necessari per abbattere i costi e porsi, da ogni punto di vista, come sostituti delle attuali materie prime utilizzate per il feed. Serve però un'azione politica e di divulgazione tale da "smontare" le false informazioni che circolano ovunque ed affermare la sostenibilità ambientale dell'allevamento di insetti, ed in specie del Tenebrio Molitor.

## 5 RELAZIONE TECNICA

*Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il progetto e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale*

Si allegano le specifiche relazioni tecniche dei consulenti e degli enti di ricerca.

Data 27/05/2024

*Firme del Responsabile scientifico*

*Firma del legale rapp.te*

## **Task 2.1 indicazioni nella messa a punto del processo di allevamento di Tenebrio molitor, buone pratiche per il benessere animale. Verifica dei substrati di alimentazione delle larve**

### Sommario

|                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Task 2.1 indicazioni nella messa a punto del processo di allevamento di Tenebrio molitor, buone pratiche per il benessere animale. Verifica dei substrati di alimentazione delle larve ..... | 1  |
| Sviluppo del progetto .....                                                                                                                                                                  | 2  |
| Prima fase impostazione prove.....                                                                                                                                                           | 2  |
| Seconda fase ottimizzazione per secondo step di allevamento .....                                                                                                                            | 2  |
| Prima fase.....                                                                                                                                                                              | 3  |
| Seconda fase .....                                                                                                                                                                           | 8  |
| Gantt.....                                                                                                                                                                                   | 15 |
| Conclusione. ....                                                                                                                                                                            | 16 |

*Titolo del Progetto: Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo feed e food*

*Acronimo: Captive Insect*

*Data relazione: 20/05/2024*

*Beneficiario: CENTRO ECONOMICO SERVIZI AGRICOLI E CANTINA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA - CESAC SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA*

*Nome del file report: Captive Insect Task 2.1*

## **Sviluppo del progetto**

### **Prima fase impostazione prove**

*Nel primo periodo sono state impostate le prove per testare alcune tecniche di allevamento di Tenebrio molitor in ambiente ridotto e controllato al fine di massimizzare la produzione e trovare le migliori soluzioni tecnico-impiantistiche da proporre su larga scala. Inizialmente sono stati acquistati gli strumenti necessari per avviare l'allevamento, le componenti della razione alimentare da somministrare e la sensoristica per tenere sotto controllo le condizioni ambientali. Per la prima fase è stato utilizzato unicamente un substrato di riferimento benchmark di confronto per i futuri test di produttività su alimenti economicamente più convenienti. Vengono monitorate le fasi di sviluppo degli insetti e raccolti parametri relativi al tempo e alle percentuali di conversione delle larve in pupe e in adulti. I dati raccolti ci hanno permesso di ottenere delle stime rispetto alla produttività attesa in modo da poter pianificare e programmare le successive fasi del progetto.*

### **Seconda fase ottimizzazione per secondo step di allevamento**

*Nel periodo indicato abbiamo completato l'analisi dei dati di conversione delle larve in pupe e delle pupe in adulti. I dati raccolti ci hanno permesso di individuare le opportune procedure di gestione dell'allevamento in rapporto sia ai dati di conversione sia alle tempistiche di movimentazione delle cassette nell'ottica di una produzione su larga scala. Sono state condotte ulteriori prove di omogeneità della temperatura e dell'umidità dell'ambiente e adottate soluzioni per uniformare i parametri. Abbiamo preparato tre razioni di substrato utilizzando sottoprodotti che verranno confrontate con la razione benchmark. Per il momento, i dati raccolti hanno confermato le stime di produttività attesa e ci consentono di pianificare e programmare le successive fasi del progetto come da aspettative.*

## Prima fase.

**Biological Care:** sono state acquistate larve prossime all'impupamento dalla ditta INEF Insect Novel Ecologic Food di Piombino Dese (PD) e larve dall'azienda Agri Pet Garden di Conselve (PD) al fine di ripopolare il lotto prodotto da Biological Care. Su suggerimento di ENEA, le larve sono state posizionate in cassette di plastica bianca per uso alimentare 60X40 (1/4m<sup>2</sup>), che potrebbero essere utilizzate nell'allevamento su larga scala (Fig. 1a). Per ogni cassetta è stata somministrata 1kg di razione alimentare composta da 950g di crusca di farina e 50g di lievito di birra. Questo substrato viene considerato il *benchmark* per le successive prove che verranno svolte per valutare la resa di substrati economicamente più convenienti. L'idratazione delle larve viene garantita mediante somministrazione di frutta o verdura (mela o carote) aggiunta due volte a settimana, nel caso rimangano residui, potrà essere sostituita evitando così la formazione di muffa (Fig1. b, c).

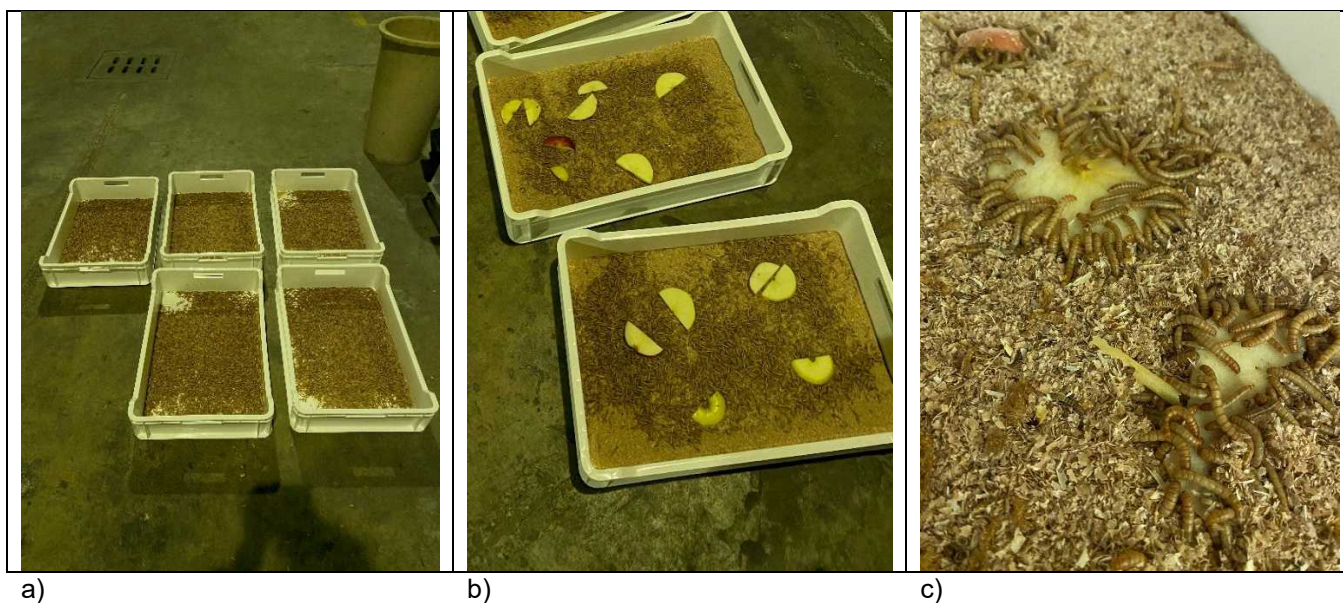


Figura 1 - a) Cassetta con larve, b,c) Aggiunta del substrato e alimento umido.

Sono state create 14 cassette di larve adulte in fase di impupamento. Mediante setacciatura, abbiamo ottenuto 8kg di pupe che sono state posizionate in ulteriori 12 cassette (Fig. 2 a, b). Considerando una percentuale di conversione di pupe ad adulto del 42% (dato ricavato sperimentalmente) abbiamo generato 20 cassette di adulti in deposizione inizio marzo. La fase di deposizione è durata per tutto il mese di marzo, e al termine della quale abbiamo ottenuto circa 80 cassette con substrato e uova. Da aprile a giugno è stato svolto il secondo periodo di sviluppo larvale. Le 8 cassette hanno prodotto indicativamente 160 kg di larve compatibili con il secondo *step* di allevamento previsto per giugno presso gli stabilimenti Cesac.





*Figura 2 – Allevamento larve, b) Posizionamento pupe prossime allo sfarfallamento.*

Condizioni ambientali standardizzate sono indispensabili al fine di ottenere risultati riproducibili e un allevamento ottimale. L'installazione di un umidificatore e un sistema di riscaldamento termostato garantiscono il mantenimento di una temperatura di 27 gradi e umidità almeno del 60%. Per monitorare questi parametri è stata acquistata la sensoristica necessaria. I dati vengono regolarmente raccolti e valutati (Grafico 1). I parametri di accrescimento sono stati verificati e validati da esperti Enea esterni al progetto ( allegato 1).



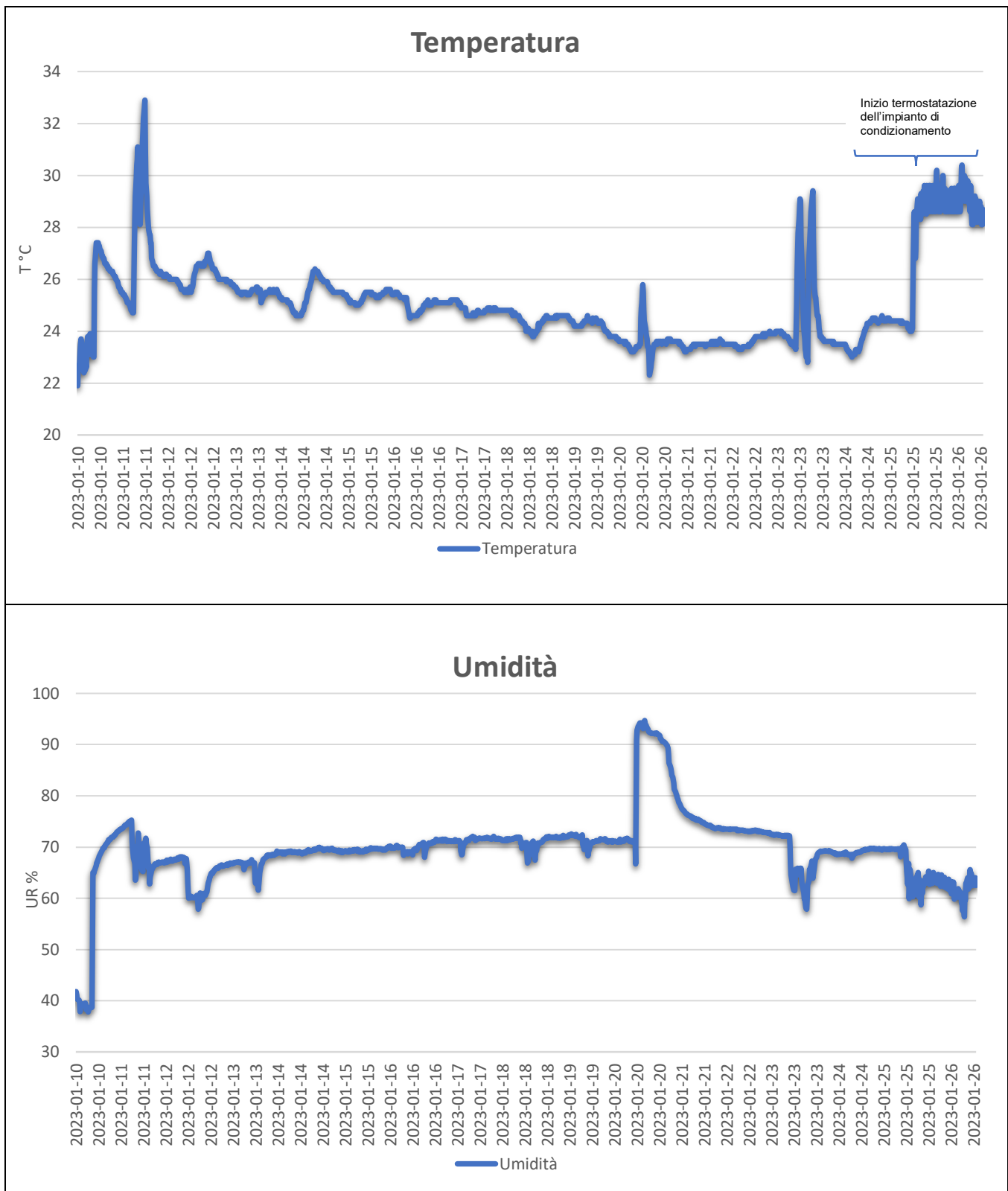


Grafico 1 – Dati di monitoraggio temperatura e umidità.

sulla base dei cartellini forniti, relativi ai prodotti e sottoprodotti disponibili, abbiamo valutato alcune possibili razioni di alimento da testare durante il primo *step* di allevamento (Tabella 1).

| tipologia<br>dieta | piadina | trebbie | albume | biscotti | impasto pizza | okara | panini | # ingr | costo €/tonn |
|--------------------|---------|---------|--------|----------|---------------|-------|--------|--------|--------------|
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0    | 64,2     | 0,0           | 32,8  | 2,9    | 3      | 153          |
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0    | 36,9     | 0,0           | 26,5  | 36,6   | 3      | 151          |
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 15,0   | 31,1     | 0,0           | 0,0   | 53,9   | 3      | 147          |
| 17% prot           | 0,0     | 10,0    | 0,0    | 14,1     | 0,0           | 8,5   | 67,4   | 4      | 150          |
| 17% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0    | 34,8     | 0,0           | 16,8  | 48,4   | 3      | 157          |
| 17% prot           | 0,0     | 37,7    | 0,0    | 18,7     | 0,0           | 0,0   | 43,6   | 3      | 134          |
| 17% prot           | 0,0     | 40,8    | 0,0    | 23,4     | 0,0           | 0,0   | 35,7   | 3      | 132          |

Table 1 – Proposte di dieta avanzate dal Crea sulla base di cartellini forniti.

Sulla base dei cartellini forniti ( in allegato 2) , relativi ai prodotti e sottoprodotti che sarà possibile recuperare, il Crea ha valutato alcune razioni di alimento da testare durante questo *step* di allevamento (Figura 4). In base ai sottoprodotti al momento disponibili sono state create tre razioni composte come segue:

1. Biscotti (34,8%), okara (16,8%), panini (48,4%);
2. Trebbie (37,7%), biscotti (18,7%), panini (43,6%);
3. Panini (45%), crusca (50%), lievito di birra essiccato (5%).

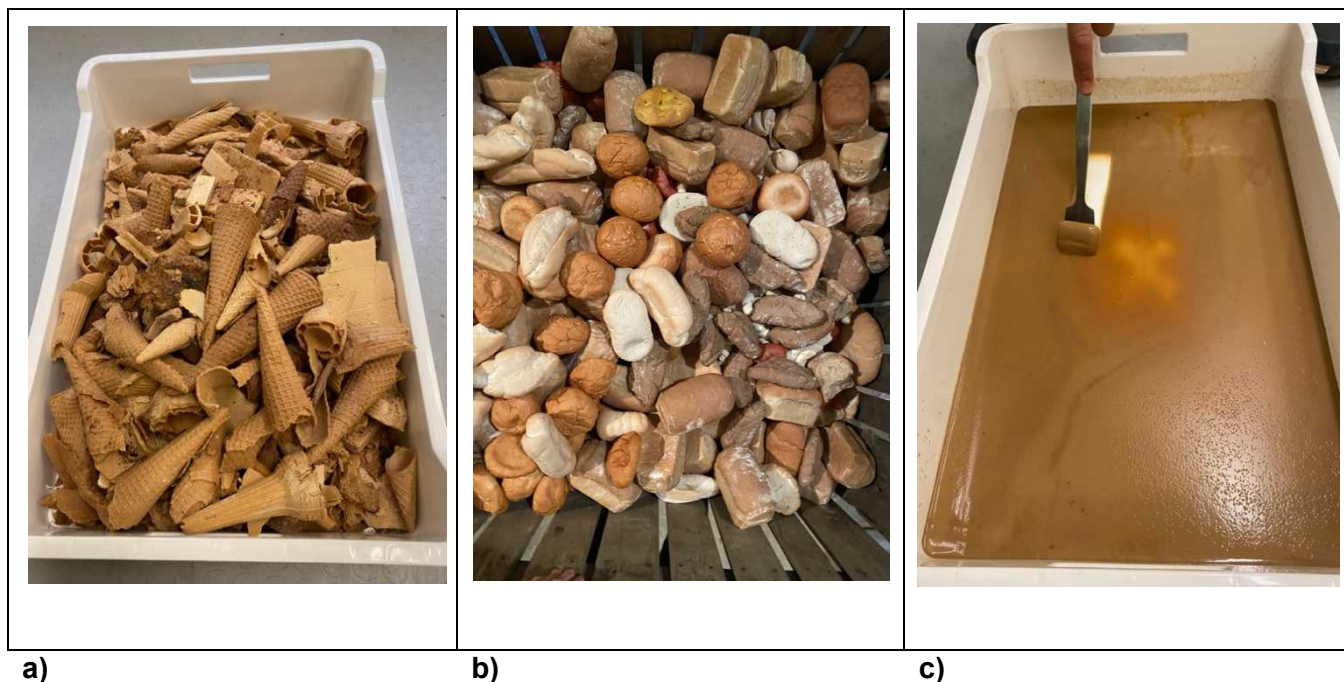


Figura 3 - a) Biscotti, b) Panini, c) Lievito di birra che verrà poi seccato.

Per ogni tipo di razione sono stati preparate 4 kg di substrato, e valutata la sostanza secca;

- Razione 1 - SS % = 72,6
- Razione 2 - SS % = 59,08
- Razione 3 - SS % = 88,76

Le cassette utilizzate per queste prove hanno la dimensione della metà rispetto a quelle standard, per ogni cassetta verrà posizionato 1kg di substrato e un quantitativo di 125g di adulti in deposizione.

I parametri di conversione e il confronto con la razione *benchmark*, verrà voltato a compimento della prima fase di allevamento ovvero a fine giugno come indicato nel Gantt.

In fase di test razione. Abbiamo utilizzato le seguenti cassette (Figura 5)

- 6 cassette di larve adulte in fase di esaurimento; restano poche larve che genereranno pupe.
- 4 cassette di pupe che dai dati raccolti dovrebbero portare a 2 nuove cassette di adulti da mettere in deposizione.
- 23 cassette di adulti in deposizione, di diverse età.
- 35 cassette nelle quali gli adulti hanno già deposto le uova e che ipoteticamente dovrebbero generare ognuna 2 kg di larve, in linea con le nostre previsioni.





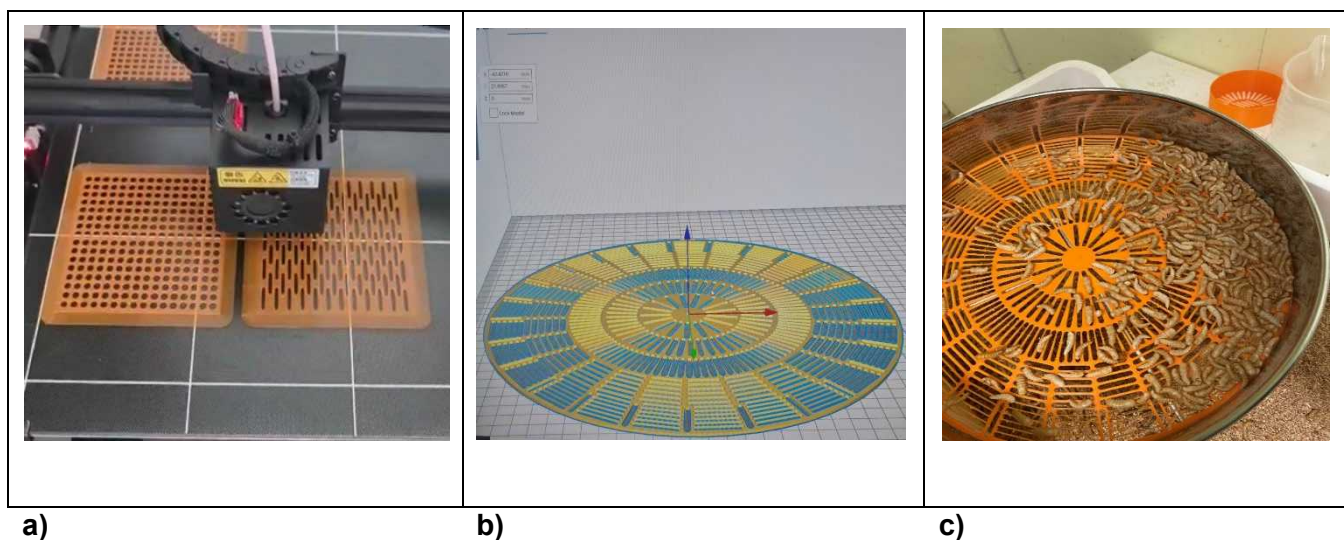
a)  
Figura 4 – a) Allevamento, b) Cassette di adulti in deposizione.

b)

## Seconda fase

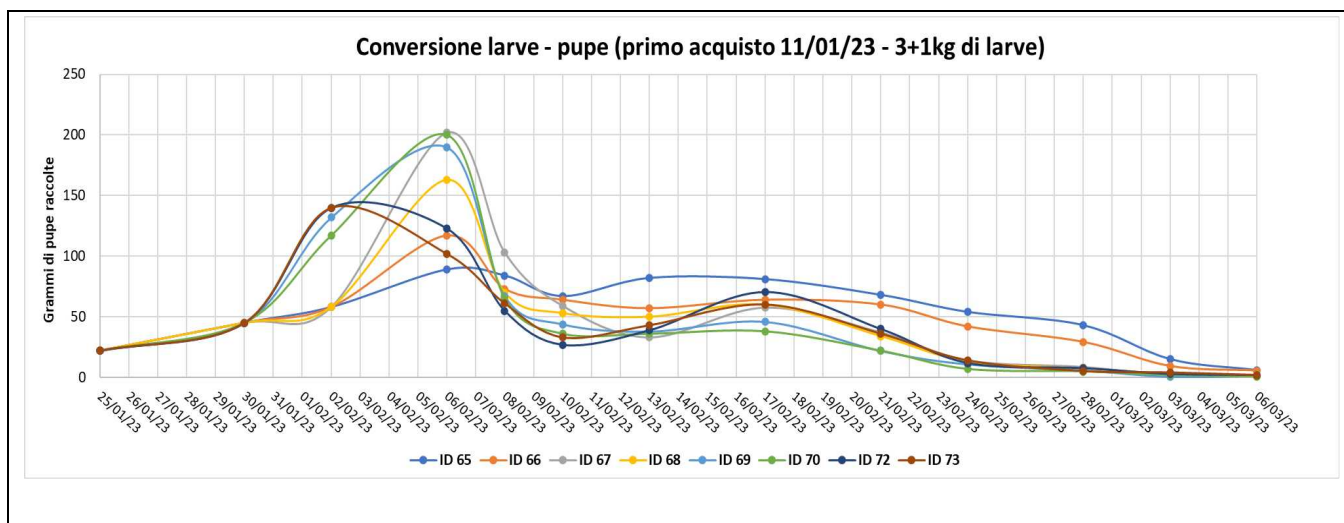
**Biological Care:** in questa fase ci siamo concentrati sull'analisi dei parametri di conversione larva/pupa e pupa/adulto. Gli adulti e le larve tendono ad attaccare le pupe quindi, nell'ottica di massimizzare la produzione è necessario conoscere i fattori di conversione per individuare le tempistiche e le tecniche più appropriate di gestione dell'allevamento, inoltre questi dati serviranno per effettuare stime di produttività.

Inizialmente avevamo a disposizione 7kg di larve in fase di impupamento, le larve sono state acquistate in due date distinte; primi 3 kg in data 11/01/23 e ulteriori 3 kg in data 25/01/2023, un ulteriore kg derivava dalle precedenti prove di allevamento ed è stato uniformato ai primi 3 kg di larve acquistate. Ad fine primo step tutte le larve del primo acquisto e quelle derivate dalle prove di allevamento si sono convertite in pupe. Questo processo è avvenuto in 1 mese e 10gg e da questi primi 4 kg di larve abbiamo ottenuto 4,9 kg di pupe. La separazione delle larve dalle pupe neoformate è stata eseguita mediante 2 operazioni di setacciatura a settimana, per un totale di 13 svolte nel periodo sopra indicato. La setacciatura è stata effettuata utilizzando un setaccio appositamente realizzato mediante l'utilizzo di stampante 3D, sulla base della dimensione larvale e grazie a valutazioni suggeriteci da ENEA (Figura 1).

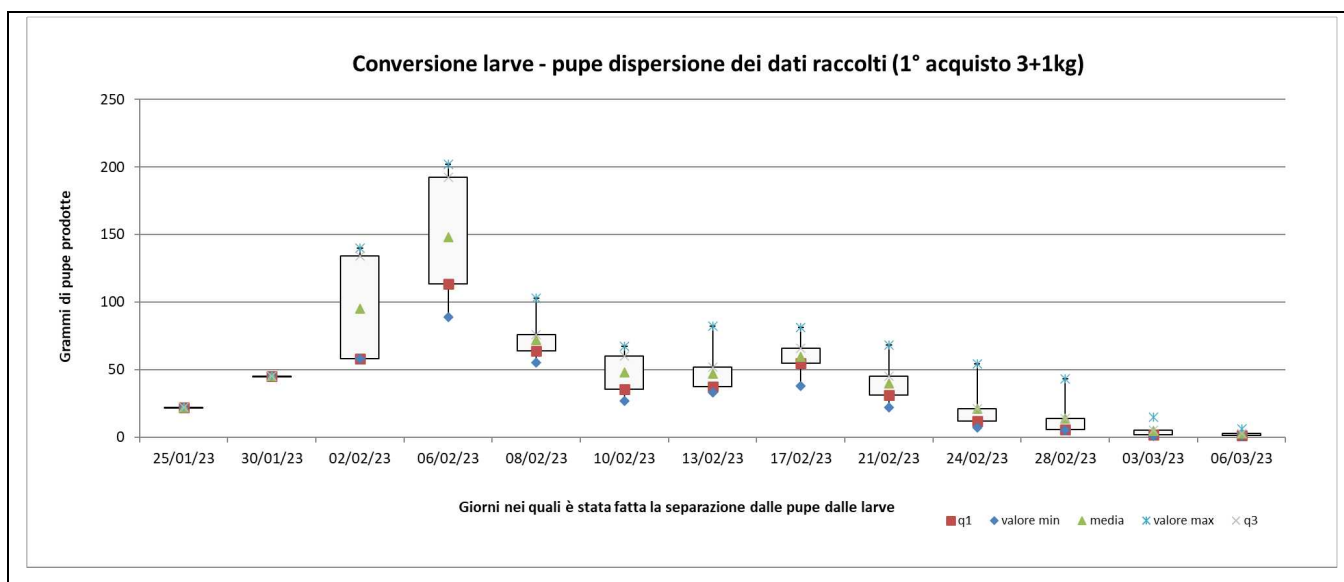


*Figura 5 - a) Stampa 3D prove di setacci con diverse asolature, b) Maquette setaccio asolato c) Prototipo setaccio utilizzato per la separazione.*

il picco di conversione per entrambe le due serie di cassette si è ottenuto dopo circa 10-15gg (Grafici 1 e 2).

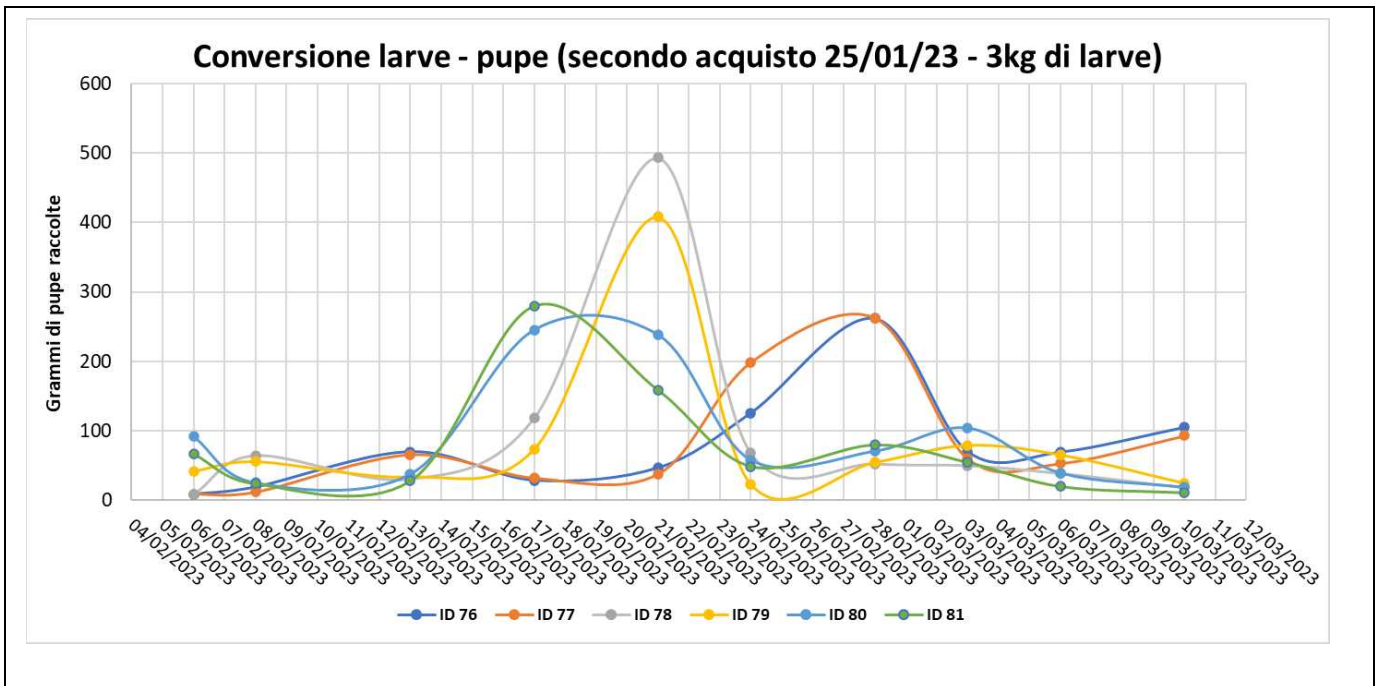


a)

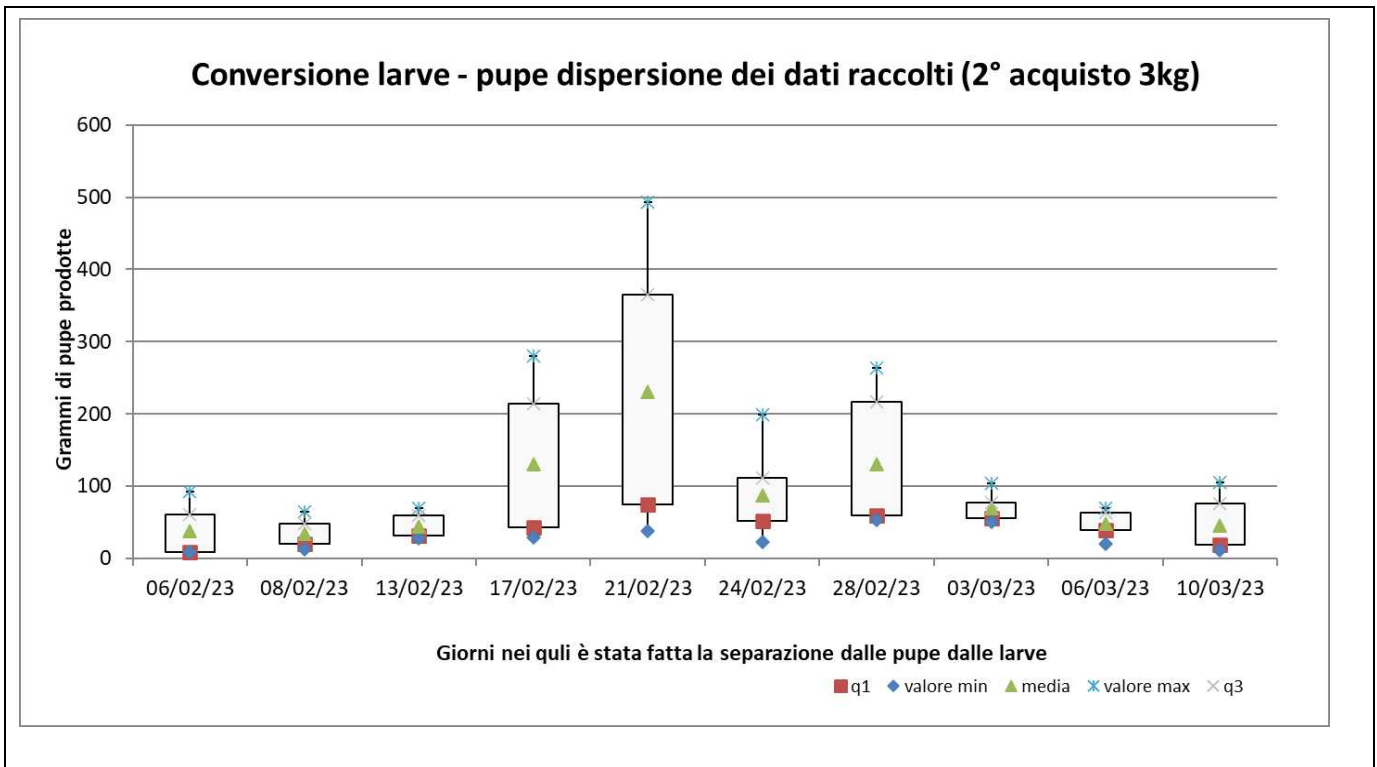


b)

Grafico 2 – a) Grammi di pupe raccolte mediante setacciatura dal primo gruppo di larve acquistate e larve derivanti dalle fasi di allevamento precedente. b) Dispersione dei dati raccolti relativi alle cassette del primo acquisto.



a)



b)

Grafico 3 - Grammi di pupe raccolte mediante setacciatura dal secondo gruppo di larve acquistate e larve derivanti dalle fasi di allevamento precedente. b) Dispersione dei dati raccolti relativi alle cassette del secondo acquisto.



Da questi dati, al fine di ottimizzare i tempi in una produzione su larga scala, si sono impostati solamente due cicli di separazione delle pupe dalle larve, ipotizzando una setacciatura dopo 10-15gg e una ulteriore setacciatura dopo 10-15gg dalla prima. Dai grafici di dispersione (Grafico 1 e 2 b) si può facilmente vedere che c'è una notevole disomogeneità tra le varie cassette principalmente in concomitanza dei picchi di massima raccolta. Questi dati sono dovuti alla eterogeneità dell'età della popolazione larvale, dalla disomogeneità della distribuzione dell'alimento e dal gradiente di temperatura ambientale. Se si disponesse di una popolazione con crescita uniforme e condizioni di temperatura e umidità omogenee, si potrebbe definire più precisamente il momento adatto per eseguire l'operazione di separazione delle larve dalle pupe ed ottenere il massimo della produttività. Inoltre, si potrebbe pensare di effettuare una sola operazione di setacciatura anziché più passaggi. A dimostrazione di quanto sia importante l'uniformità della temperatura dell'ambiente, è interessante notare che l'andamento delle curve di conversione rispecchia la posizione delle cassette sui ripiani della scansia (Figura 2a). Le cassette posizionate alla stessa altezza (es. ID 78-79 o ID 80-81) hanno andamenti molto simili probabilmente dovuti al gradiente di temperatura dell'ambiente. Per investigare questo aspetto sono stati posizionati 3 sensori di temperatura a diversa altezza, il gradiente di temperatura medio rilevato tra le cassette posizionate più in alto e quelle posizionate nella parte bassa della scansia è risultato essere di ben 8,1°C (Figura 2b).

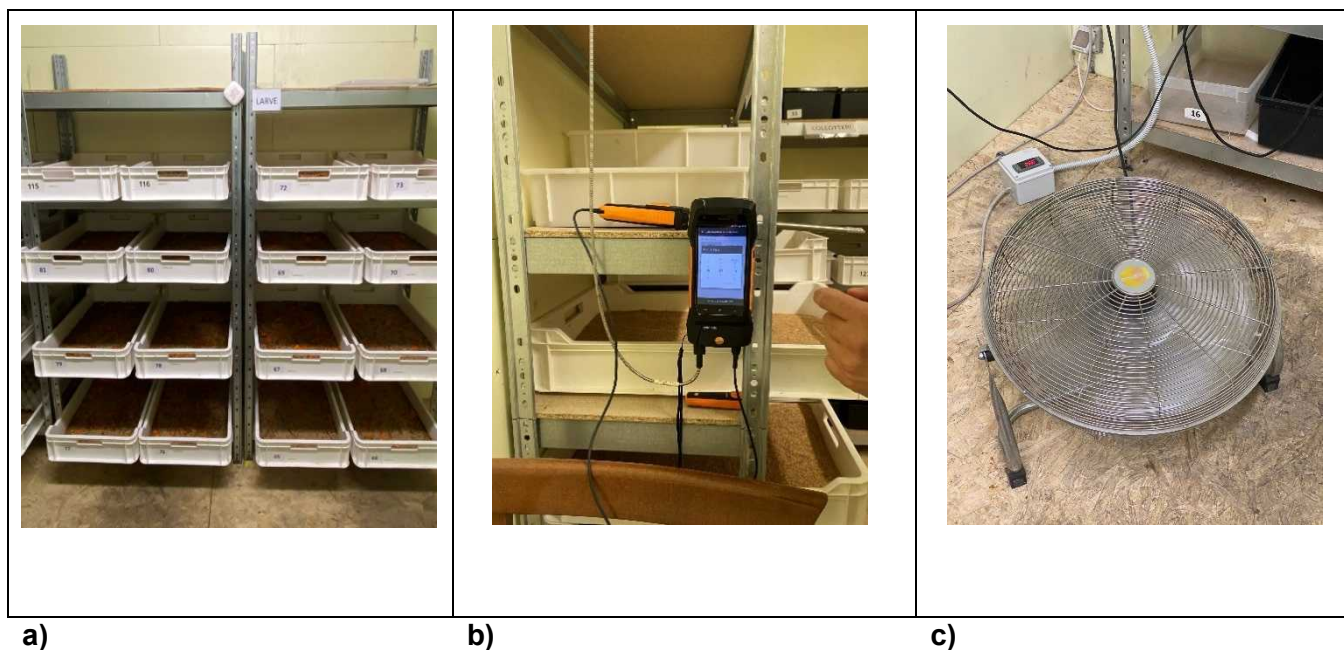


Figura 6 a) La disposizione delle cassette sui ripiani segue l'andamento delle curve di conversione, b) Datalogger di rilevazione della temperatura a diverse altezze c) Posizionamento di una ventola per uniformare la temperatura all'interno della stanza.

Per ridurre questo effetto ed ottenere una temperatura omogenea all'interno della stanza in data 25/02/23 abbiamo ventilato l'ambiente (Figura 2c). Dalle successive indagini il delta medio di temperatura tra le tre sonde posizionate a tre altezze diverse si è ridotto a  $\pm 0,9^{\circ}\text{C}$ . La setacciatura effettuata dopo l'attivazione della ventilazione ha portato ad un aumento delle pupe ricavate dalle cassette posizionate più in basso sulla scansia, in queste cassette solo una percentuale bassa di larve si erano convertite in pupe, probabilmente proprio a causa della bassa temperatura rispetto a quelle superiori.

Oltre ai parametri di conversione larva/pupe, sono stati valutati anche i parametri di conversione pupe/adulti in base sia alla tecnica di posa delle pupe, sia al tempo di raccolta degli adulti rispetto alla data di posa. Abbiamo posizionato le pupe utilizzando due tecniche;

1. Posizionamento di 150g di pupe in cassette 60x40 direttamente su 1 kg di substrato *benchmark*, sul quale abbiamo poi posto un cartone (*plateau* uova) per facilitare la successiva fase di raccolta, dal momento che gli adulti tendono ad attaccarsi.
2. Posizionamento delle pupe su supporti rialzati in modo che gli adulti neoformati, per la loro tendenza a perlustrare l'ambiente possano cadere sul substrato senza restare a contatto con le pupe evitando così di poterle attaccare.

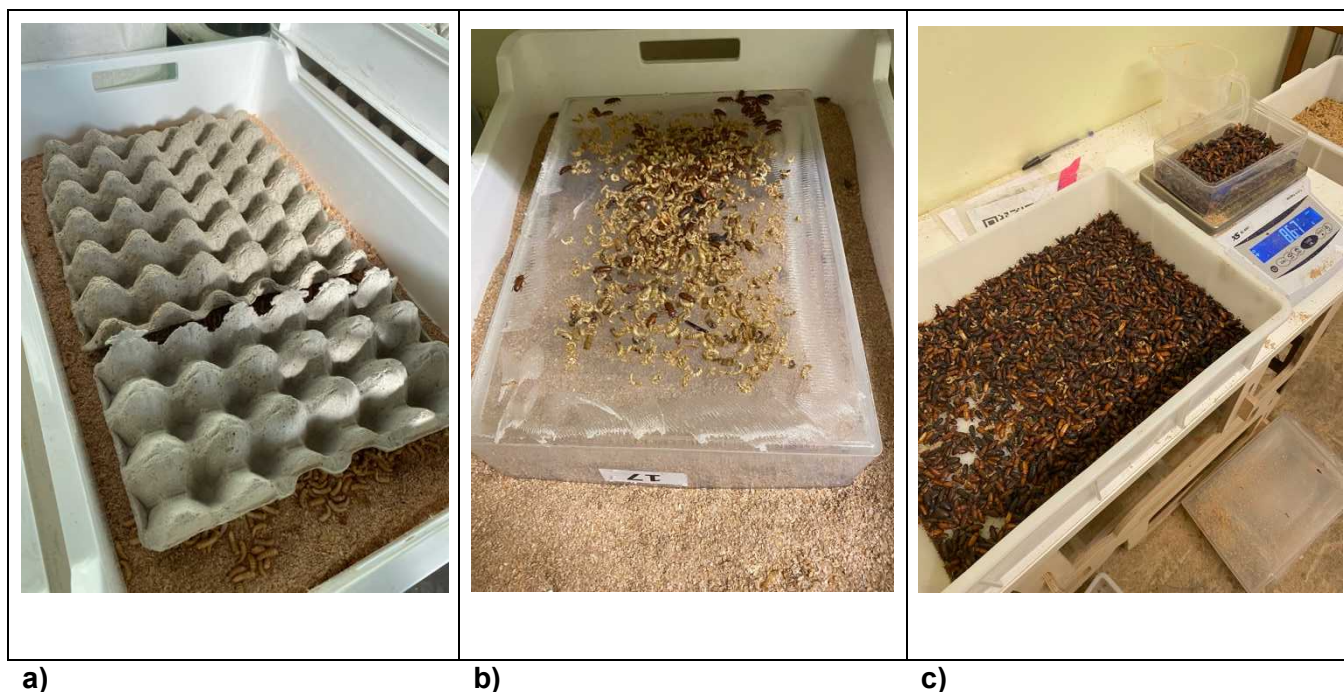


Figura 7 a) Disposizione delle pupe direttamente sul substrato coperte da cartone, b) Pupe posizionate sopra un supporto per fare in modo che gli adulti cadano sul substrato senza attaccare le pupe, c) Pesatura degli adulti per la successiva posa sul substrato per la deposizione.

I dati raccolti ci hanno permesso di valutare la differenza tra i due metodi;

- Metodo 1 - da 150g di pupe posizionate abbiamo mediamente raccolto 76,41g di pupe (55,62%).
- Metodo 2 - da 150g di pupe posizionate abbiamo mediamente raccolto 112,83g di pupe (74,95%).

È pertanto da preferire il metodo 1 anche per una più facile gestione. Gli adulti sfarfallati sono stati raccolti con tempistiche differenti che ci hanno consentito di valutare dopo quanto tempo è opportuno recuperarli (Grafico 3). Dal grafico si può vedere che la raccolta deve essere svolta da un minimo di 7 a massimo 11 giorni dalla posa delle pupe, in questo periodo abbiamo ottenuto i risultati migliori sia per quantità media recuperata sia per maggiore uniformità tra le varie cassette. Dal grafico, infatti, si vede come la dispersione dei dati è molto ridotta per le raccolte avvenute fino all'11° giorno, risulta più disomogenea per raccolte effettuate dopo più tempo. Alle condizioni sperimentali di temperatura e umidità con le quali si è gestito l'allevamento, rispetto ai dati ottenuti, l'operazione di raccolta degli adulti sfarfallati deve essere svolta dopo  $9 \pm 2$  giorni dalla posa delle pupe.

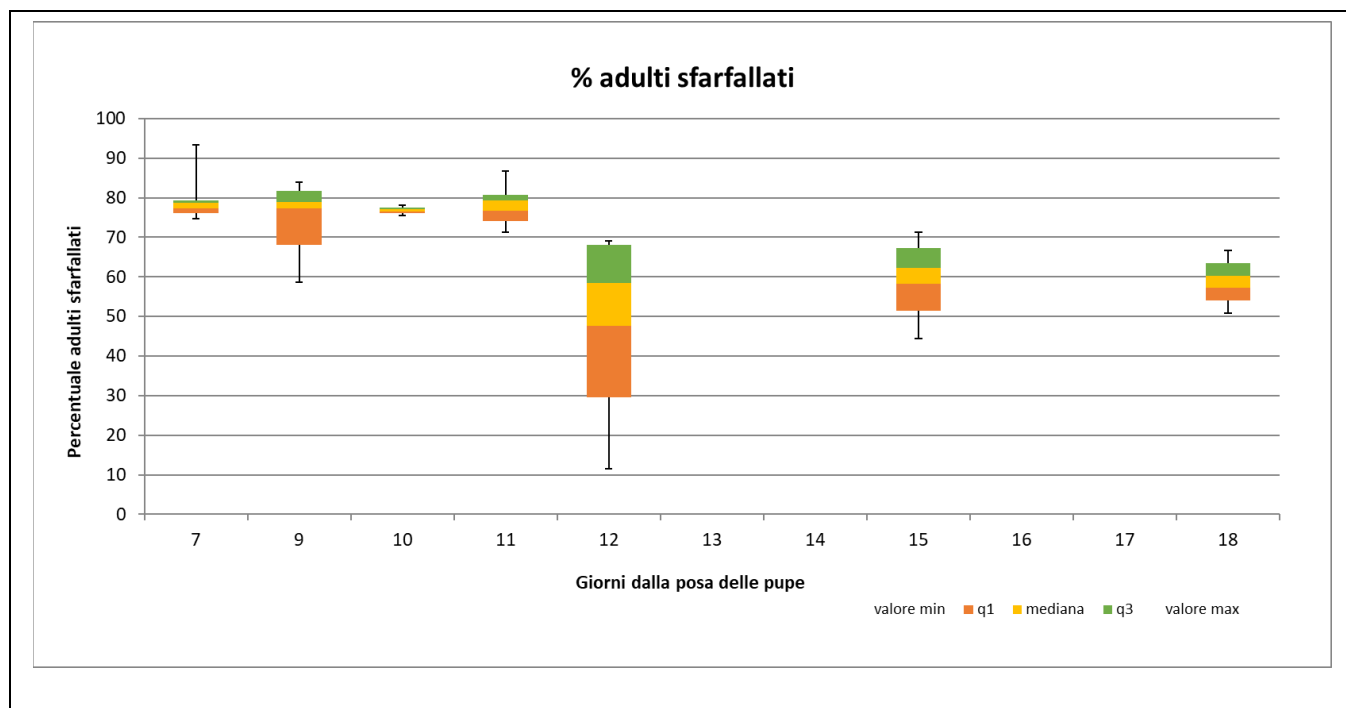
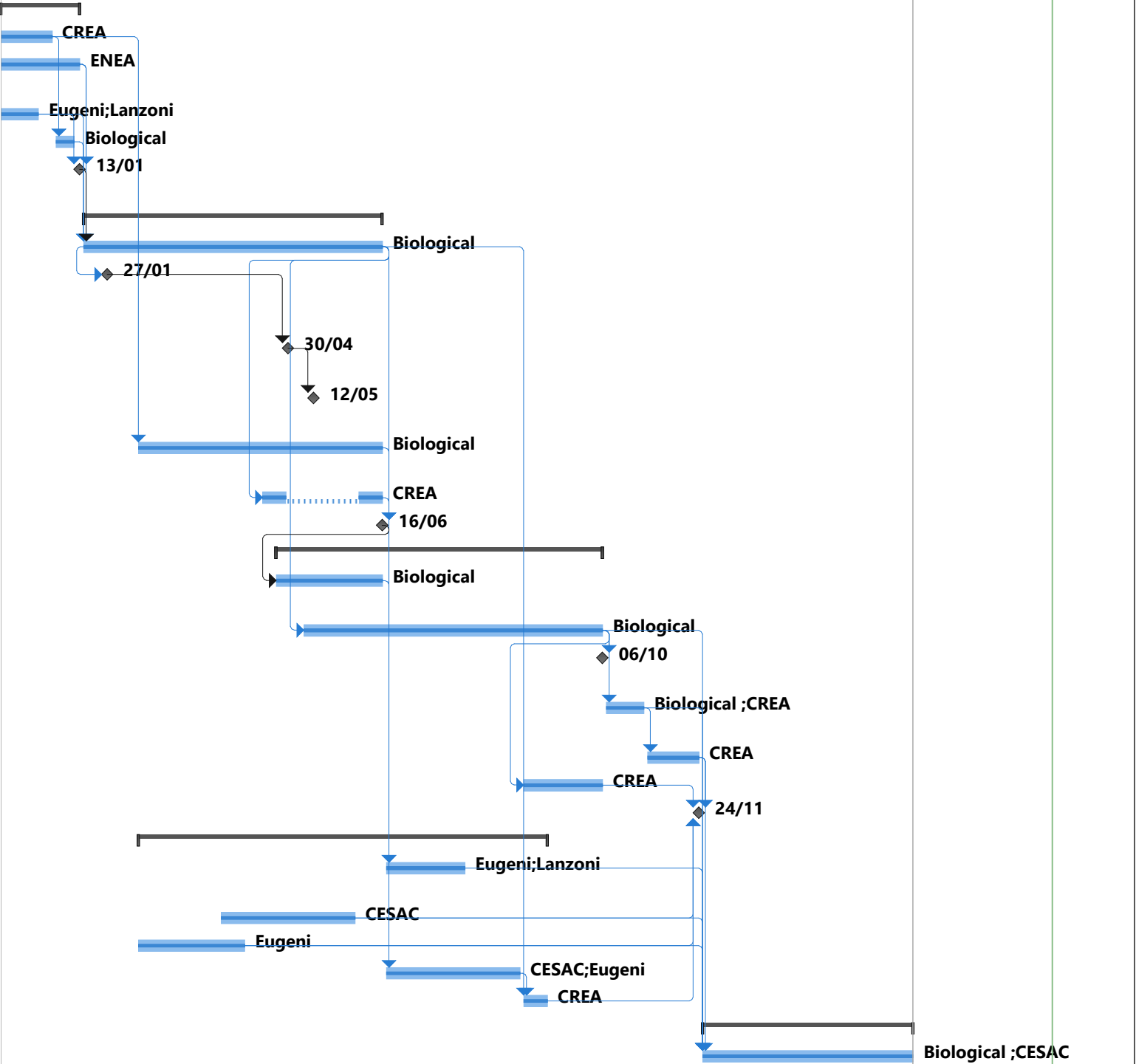


Grafico 4 Andamento della raccolta degli adulti rispetto ai giorni dopo la posa delle pupe. Valore mediano di raccolta e dispersione dei dati.

Gli adulti sfarfallati vengono posizionati in quantità di 250g per ogni cassetta 60x40 e tenuti in deposizione per una settimana dopodiché vengono spostati in una nuova cassetta per continuare la deposizione. Gli adulti depongono principalmente per il primo mese, vengono quindi spostati una volta a settimana per quattro settimane. Dopo la quarta settimana di deposizione, si è deciso di spostare gli adulti un'ultima volta in una ulteriore cassetta dove resteranno per due settimane.

| ID | WBS | Nome attività                                                                                | Durata | Inizio       | Fine         | Predecessori      | 2 | nov | dic | Tri 1, 2023 | gen | feb | mar | Tri 2, 2023 | apr | mag | giu | Tri 3, 2023 | lug | ago | set | Tri 4, 2023 | ott | nov | dic | Tri 1, 2024 | gen | feb | mar | Tri 2, 2024 | apr | mag | giu |
|----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------------|--------------|-------------------|---|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|
| 1  | 1   | Preparazione Attività                                                                        | 30 g   | lun 05/12/22 | ven 13/01/23 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 2  | 1.1 | Scelta mix di alimentazione                                                                  | 20 g   | lun 05/12/22 | ven 30/12/22 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 3  | 1.2 | Definizione alimentazione Benchamark (BNCK) e parametri                                      | 30 g   | lun 05/12/22 | ven 13/01/23 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 4  | 1.3 | predisposizione della sala per il primo step.                                                | 15 g   | lun 05/12/22 | ven 23/12/22 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 5  | 1.4 | Acquisto sensoristiche e acquisizione dati                                                   | 7 g    | lun 02/01/23 | mar 10/01/23 | 2                 |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 6  | 1.5 | Acquisto alimentazione Benchmark e prime casstette per il primo step di allevametno          | 0 g    | ven 13/01/23 | ven 13/01/23 | 4;3               |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 7  | 2   | Primo step di allevamento presso Biological                                                  | 110 g  | lun 16/01/23 | ven 16/06/23 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 8  | 2.1 | Primo step allevamento razione BNCK                                                          | 110 g  | lun 16/01/23 | ven 16/06/23 | 5;3;4;6           |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 9  | 2.2 | Determinazione del protocollo di analisi dei parametri di conversione larve/pupe Pupe/adulti | 0 g    | ven 27/01/23 | ven 27/01/23 | 8II+10 g          |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 10 | 2.3 | Determinazione del protocollo di analisi dei parametri di accrescimento larvale              | 0 g    | dom 30/04/23 | dom 30/04/23 | 9FI+10 g          |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 11 | 2.4 | Determinazione dei parametri di conversione alimento consumato/peso larva.                   | 0 g    | ven 12/05/23 | ven 12/05/23 | 10FI+10 g         |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 12 | 2.5 | Primo step di allevamento con razioni individuate                                            | 90 g   | lun 13/02/23 | ven 16/06/23 | 2                 |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 13 | 2.6 | Analisi farine di insetto                                                                    | 20 g   | lun 17/04/23 | ven 16/06/23 | 8FI-50 g          |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 14 | 2.7 | Analisi costi benefici razioni analizzate.                                                   | 0 g    | ven 16/06/23 | ven 16/06/23 | 12;13             |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 15 | 3   | Secondo step di allevamento                                                                  | 120 g  | lun 24/04/23 | ven 06/10/23 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 16 | 3.1 | valutazione e acquisto attrezzature per l'allevamento                                        | 40 g   | lun 24/04/23 | ven 16/06/23 | 14FI-40 g         |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 17 | 3.2 | secondo step allevamento                                                                     | 110 g  | lun 08/05/23 | ven 06/10/23 | 8FI-30 g          |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 18 | 3.3 | Definizione del protocollo di allevamento (output bando)                                     | 0 g    | ven 06/10/23 | ven 06/10/23 | 17                |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 19 | 4   | Definizione delle alimentazioni in base al costo, conversione e difficoltà logistiche.       | 15 g   | lun 09/10/23 | ven 27/10/23 | 17                |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 20 | 5   | Valutazioni sulle diete                                                                      | 20 g   | lun 30/10/23 | ven 24/11/23 | 19                |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 21 | 6   | Analisimi microbiologiche complete                                                           | 30 g   | lun 28/08/23 | ven 06/10/23 | 17FI-30 g         |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 22 | 7   | Rendicontazione minima                                                                       | 0 g    | ven 24/11/23 | ven 24/11/23 | 25;26;28;20;21    |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 23 | 8   | Definizione tecnica CESAC                                                                    | 150 g  | lun 13/02/23 | ven 08/09/23 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 24 | 8.1 | Messa a punto emeccanicazione del sistema di allevamento                                     | 30 g   | lun 19/06/23 | ven 28/07/23 | 8;16              |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 25 | 8.2 | Analisi autorizzazione CESAC                                                                 | 50 g   | lun 27/03/23 | ven 02/06/23 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 26 | 8.3 | Analisi tecnica termostatazione                                                              | 40 g   | lun 13/02/23 | ven 07/04/23 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 27 | 8.4 | Adeguamento tecnico e compartimentazione                                                     | 50 g   | lun 19/06/23 | ven 25/08/23 | 8                 |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 28 | 8.5 | Analisi ambienti di allevamento                                                              | 10 g   | lun 28/08/23 | ven 08/09/23 | 27;8              |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 29 | 9   | Terzo step di allevamento                                                                    | 77 g   | lun 27/11/23 | mar 12/03/24 |                   |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |
| 30 | 9.1 | Terzo step allevamento                                                                       | 77 g   | lun 27/11/23 | mar 12/03/24 | 26;17;25;19;24;20 |   |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |             |     |     |     |



Progetto: MIS 16.2  
Data: gio 23/05/24

|           |  |                    |  |                           |  |                  |  |                     |  |
|-----------|--|--------------------|--|---------------------------|--|------------------|--|---------------------|--|
| Attività  |  | Riepilogo progetto |  | Attività manuale          |  | Solo inizio      |  | Scadenza            |  |
| Divisione |  | Attività inattiva  |  | Solo-durata               |  | Solo-fine        |  | Avanzamento         |  |
| Cardine   |  | Cardine inattiva   |  | Riporto riepilogo manuale |  | Attività esterne |  | Avanzamento manuale |  |
| Riepilogo |  | Riepilogo inattiva |  | Riepilogo manuale         |  | Cardine esterno  |  |                     |  |



## Conclusione.

A conclusione della nostra attività, abbiamo valutato le razioni ed escluso alcuni ingredienti come meglio specificato nei report di dettaglio ( allegato 3).

Di tutti i test effettuati, il più promettente è stato quello con la razione 3 ( Panini (45%), crusca (50%), lievito di birra essiccato (5%). Come si evince dai dati sotto, la razione ha generato una produzione di oltre 1,8 Kg per cassetta ed una produzione molto bassa di Frass. Unitamente a questi calcoli si è valutata la conversione per unità di larva.

Tutte le cassette sono state alimentate come segue:

Dopo 1 mese dalla deposizione (spostamento degli adulti B\_OUT) alimentato le larve con razione umida. Con aggiunta di 1 Kg di razione.

Dopo 2 mesi da B\_OUT eliminato il frass e pesato e aggiunti 2kg di alimento secco

Dopo 2.5 mesi da B\_OUT eliminare frass, pesarlo pesare gli insetti e dividerli in cassette da 500g con 1 kg di alimento secco.

La conversione con la dieta sopra porta ad un parametro interessante pari a 4,5 kg di substrato per 1,8 kg di larve pari a 2,5 kg di alimento per Kg di larve.

Peso a due mesi

| Età adulti |   | RAZIONE 3 (gr) | TREBBIE (gr) | CONTROLLO (gr) |
|------------|---|----------------|--------------|----------------|
| Sett 1     | 1 | 759,6          | 711          | 497            |
| Sett 2     | 2 | 710            | 730          | 464            |
| Sett 3     | 3 | 746            | 715          | 510            |
| Sett 4     | 4 | 760            | 751          | 544            |

Peso a 3 mesi media

| Età adulti |    | RAZIONE 3 (gr) | TREBBIE (gr) | CONTROLLO (gr) |
|------------|----|----------------|--------------|----------------|
|            | 12 | 1862           | 1120         | 1238,666667    |

Peso a due mesi

|        |   | RAZIONE 3 Frass (gr) | TREBBIE Frass (gr) | CONTROLLO Frass(gr) |
|--------|---|----------------------|--------------------|---------------------|
| Sett 1 | 1 | 811,4                | 989                | 473                 |
| Sett 2 | 2 | 756                  | 747                | 509                 |
| Sett 3 | 3 | 810                  | 1042               | 495                 |
| Sett 4 | 4 | 749                  | 1010               | 502                 |

Peso a 3 mesi medio

| Età adulti |    | RAZIONE 3 (gr) | TREBBIE (gr) | CONTROLLO (gr) |
|------------|----|----------------|--------------|----------------|
|            | 12 | 576            | 1235         | 1424,333333    |

DATA

Firma

15/03/2024



## **Supervisione tecnico-scientifica a carattere entomologico nell'avvio di un allevamento di *Tenebrio molitor***

### **RELAZIONE FINALE**

Report n. 2 del Contratto di ricerca

tra ENEA e BIOLOGICAL CARE S.r.l.

(Dicembre 2023)

a cura di:

Ferdinando Baldacchino, PhD

ENEA - Centro Ricerche Trisaia

***Report n. 2 – Relazione finale d'attività ENEA condotta in ambito:  
Contratto di Ricerca tra ENEA e BIOLOGICAL CARE S.r.l. per “Supervisione tecnico-  
scientifica a carattere entomologico nell'avvio di un allevamento di Tenebrio  
molitor”***

Determina: 74/2023/SSPT-BIOAG

codice atto: CS1ACX

---

ENEA - Dip. Sostenibilità dei Sistemi Produttivi e Territoriali  
Div. Biotecnologie e Agroindustria  
Lab. Bioprodotti e Bioprocessi  
Centro Ricerche Trisaia, SS 106 Jonica, Km 419.5, 75026 Rotondella(MT)



## ***Supervisione tecnico-scientifica a carattere entomologico nell'avvio di un allevamento di Tenebrio molitor***

### **Premessa**

Il presente report costituisce la relazione finale redatta in funzione propedeutica alla emissione della terza fattura (a saldo) da parte ENEA nell'ambito del Contratto di ricerca tra ENEA e BIOLOGICAL CARE S.r.l. (Determina n. 74/2023/SSPT-BIOAG).

Le attività commissionate sono collegate al Progetto "Captive Insect". Progetto FEASR- Emilia Romagna finalizzato alla riconversione di celle frigorifere, per allevamento di insetti a utilizzo feed e food. Le competenze entomologiche ENEA sono richieste nella Task 2.1 dell'Azione 2 "Valutazione delle matrici di alimentazione e definizione delle procedure di allevamento – verifica di sicurezza delle pratiche adottate in allevamento".

### **Attività programmate**

Le attività contrattuali in carico ad ENEA, della durata di 8 mesi dalla data di avvio del contratto (18 aprile 2023), prevedevano la supervisione tecnico-scientifica per l'avvio di un allevamento dell'insetto Tenebrio molitor presso strutture a tale scopo attrezzate da BIOLOGICAL CARE S.r.l. e specificatamente attività di supporto in:

1. fase di pianificazione operativa nell'avvio di un allevamento dimensionato in almeno 100 vaschette a regime;

2. redazione di un protocollo specifico di allevamento;
3. divulgazione dei risultati.

La modalità di esecuzione del supporto a tali attività era prevista tramite riunioni ed incontri con lo staff di BIOLOGICAL CARE S.r.l., nonché tramite sopralluoghi presso le strutture di allevamento nella disponibilità della stessa.

### **Attività svolte**

#### *1. Supporto della fase di pianificazione operativa nell'avvio di un allevamento.*

Gli incontri per la pianificazione e la supervisione delle attività sono stati effettuati privilegiando la modalità *on-line*. Sopralluoghi sono stati effettuati

in base alle esigenze operative. Ne è derivato che il Responsabile scientifico e di contratto ha prevalentemente interagito con il

(Referenti operativi BIOLOGICAL CARE S.r.l.).

In tale fase il supporto tecnico scientifico ha riguardato i seguenti aspetti:

- Definizione di parametri ambientali ideali e possibili soluzioni impiantistiche;
- Acquisto nucleo iniziale di larve per avvio allevamento;
- Acquisto vaschette per allevamento larve e adulti;
- Scelta substrati di allevamento;
- Procedure operative di base per le diverse fasi di sviluppo del Tenebrio.

Tale attività ha portato all'avvio e messa a regime di un allevamento dimensionato su 100 cassette in produzione (Foto 1).



Foto 1. Allevamento a regime di *Tenebrio molitor* presso Quarto inferiore (BO), dimensionato su 100 cassette in produzione.

## 2. Supporto per la redazione di un protocollo specifico di allevamento.

La specificità di un protocollo di allevamento è l'insieme delle soluzioni ritenute più funzionali alla specifica organizzazione del lavoro e costituisce il pacchetto di conoscenze acquisite dal team Biological Care durante il periodo contrattuale. Ne deriva che alla conoscenza di base, trasmessa già per la fase di pianificazione dell'avvio dell'allevamento, ha fatto seguito il continuo confronto e aggiornamento sulle criticità incontrate durante la gestione dell'allevamento. Il supporto tecnico scientifico ha contribuito a delineare le situazioni di criticità, la proposizione di soluzioni e il successivo confronto sui risultati delle soluzioni adottate. La riorganizzazione dell'allevamento su scala maggiore, con il trasferimento in ex celle frigorifere ha richiesto una rianalisi delle potenziali criticità e soluzioni più consone alle dimensioni dell'allevamento quali:

- gestione della temperatura e dell'umidità con utilizzo combinato e semiautomatizzato di impianto mobile per il riscaldamento ed un sistema di umidificazione con nebulizzatore, nonché inserimento di un ventilatore adeguato al volume della cella;
- gestione del ricircolo d'aria puntando alla calibrazione del numero ottimale dei ricicli d'aria, finalizzandoli all'espulsione della CO<sub>2</sub> e di eventuali cattivi odori, ma con la minor perdita di calore;
- gestione delle infestazioni da acari e insetti infestanti con l'adozione di soluzioni tecniche presso la cella (applicazione di idonee reti e tende alle aperture, installazione di trappole adesive, ecc) e di prevenzione/sanificazione dei substrati dagli artropodi infestanti;
- possibilità di automazione con valutazione di diverse tipologie di vaschette di allevamento;
- meccanizzazione della fase di raccolta insetti con l'acquisto di una macchina selezionatrice e formulazione di ipotesi di riorganizzazione di alcune fasi del lavoro.

I risultati delle soluzioni adottate non vengono ulteriormente dettagliati in quanto costituenti il patrimonio di conoscenza acquisita dal team di Biological Care.

### *3. Supporto alla divulgazione dei risultati.*

Tale attività si è concretizzata con la presenza ad ECOMONDO 2023, tenutosi a Rimini Fiere dal 7 al 10 novembre, presso lo stand di Biological Care ove è stato allestito uno spazio dedicato all'allevamento di Tenebrio e suoi prodotti (Foto 2).

Una seconda occasione di diffusione dei risultati progettuali è stata la quarta edizione di “Agroinsecta”, manifestazione italiana dedicata all’insetticoltura nell’ambito dell’agricoltura circolare, tenutasi il 23 novembre 2023, a Cascina Cabella, Casalnoceto (AL). All’evento, Biological Care ha presentato una relazione sui risultati progettuali dal titolo “Riconversione di celle frigorifere al fine di realizzare allevamento di insetti a utilizzo feed e food” (foto 3).



Foto 2. Stand della Biological Care presso ECOMONDO 2023



Foto 3. Presentazione dei risultati progettuali alla quarta edizione di “Agroinsecta”

## Conclusioni

Si ritiene che la supervisione tecnico-scientifica eseguita sia stata in linea con quanto previsto in Contratto e relativo Allegato tecnico. Le riunioni di pianificazione e aggiornamento, nonché i sopralluoghi in sito, hanno consentito di supportare le attività progettuali relative all’avvio di un allevamento di *Tenebrio molitor*.

Il Responsabile Scientifico per ENEA

**OKARA**



| PARAMETRO                 | UM   | VALORI | METODO                   |
|---------------------------|------|--------|--------------------------|
| <b>SOSTANZA SECCA</b>     | % tq | 33,2   | VDLUFA MB III 3.1        |
| <b>CENERI</b>             | % tq | 2,7    | VDLUFA MB III 8.1        |
| <b>PROTEINE GREGGI</b>    | % tq | 15,5   | VDLUFA MB III 4.1.1 mod. |
| <b>FIBRA GREZZA</b>       | % tq | 2,0    | VDLUFA MB III 6.1.2      |
| <b>GRASSI GREGGI</b>      | % tq | 5,5    | Ankom Methods            |
| <b>ESTRATTI INAZOTATI</b> | % ss | 22,6   | Calcolo                  |
| <b>SOSTANZA ORGANICA</b>  | % ss | 91,7   | Calcolo                  |

Prezzo FD p/o CESAC: 100€/ton

## TREBBIE DI BIRRA



| PARAMETRO          | UM   | VALORI | METODO                   |
|--------------------|------|--------|--------------------------|
| SOSTANZA SECCA     | % tq | 24,4   | VDLUFA MB III 3.1        |
| CENERI             | % tq | 1,1    | VDLUFA MB III 8.1        |
| PROTEINE GREGGI    | % tq | 6,2    | VDLUFA MB III 4.1.1 mod. |
| FIBRA GREZZA       | % tq | 4,6    | VDLUFA MB III 6.1.2      |
| GRASSI GREGGI      | % tq | 2,9    | Ankom Methods            |
| ESTRATTI INAZOTATI | % ss | 39,3   | Calcolo                  |
| SOSTANZA ORGANICA  | % ss | 95,7   | Calcolo                  |

Prezzo FD p/o CESAC: 80€/ton



## BISCOTTI



| PARAMETRO          | UM   | VALORI | METODO                   |
|--------------------|------|--------|--------------------------|
| SOSTANZA SECCA     | % tq | 96,6   | VDLUFA MB III 3.1        |
| CENERI             | % tq | 0,9    | VDLUFA MB III 8.1        |
| PROTEINE GREGGI    | % tq | 6,4    | VDLUFA MB III 4.1.1 mod. |
| FIBRA GREZZA       | % tq | 0,3    | VDLUFA MB III 6.1.2      |
| GRASSI GREGGI      | % tq | 19,2   | Ankom Methods            |
| ESTRATTI INAZOTATI | % ss | 72,3   | Calcolo                  |
| SOSTANZA ORGANICA  | % ss | 99,1   | Calcolo                  |

Prezzo FD p/o CESAC: 180€/ton

## PIADINA



| PARAMETRO                 | UM   | VALORI | METODO                   |
|---------------------------|------|--------|--------------------------|
| <b>SOSTANZA SECCA</b>     | % tq | 68,4   | VDLUFA MB III 3.1        |
| <b>CENERI</b>             | % tq | 2,5    | VDLUFA MB III 8.1        |
| <b>PROTEINE GREGGI</b>    | % tq | 7,7    | VDLUFA MB III 4.1.1 mod. |
| <b>FIBRA GREZZA</b>       | % tq | 0,4    | VDLUFA MB III 6.1.2      |
| <b>GRASSI GREGGI</b>      | % tq | 7,4    | Ankom Methods            |
| <b>ESTRATTI INAZOTATI</b> | % ss | 73,7   | Calcolo                  |
| <b>SOSTANZA ORGANICA</b>  | % ss | 96,3   | Calcolo                  |

Prezzo FD p/o CESAC: 160€/ton

## PANINI



| PARAMETRO          | UM   | VALORI | METODO                   |
|--------------------|------|--------|--------------------------|
| SOSTANZA SECCA     | % tq | 69,8   | VDLUFA MB III 3.1        |
| CENERI             | % tq | 1,9    | VDLUFA MB III 8.1        |
| PROTEINE GREGGI    | % tq | 9,9    | VDLUFA MB III 4.1.1 mod. |
| FIBRA GREZZA       | % tq | 0,4    | VDLUFA MB III 6.1.2      |
| GRASSI GREGGI      | % tq | 4,8    | Ankom Methods            |
| ESTRATTI INAZOTATI | % ss | 75,6   | Calcolo                  |
| SOSTANZA ORGANICA  | % ss | 97,3   | Calcolo                  |

Prezzo FD p/o CESAC: 160€/ton

## IMPASTO DI PIZZA



| PARAMETRO                 | UM   | VALORI | METODO                   |
|---------------------------|------|--------|--------------------------|
| <b>SOSTANZA SECCA</b>     | % tq | 63     | VDLUFA MB III 3.1        |
| <b>CENERI</b>             | % tq | 1,26   | VDLUFA MB III 8.1        |
| <b>PROTEINE GREGGI</b>    | % tq | 6,6    | VDLUFA MB III 4.1.1 mod. |
| <b>FIBRA GREZZA</b>       | % tq | 2,0    | VDLUFA MB III 6.1.2      |
| <b>GRASSI GREGGI</b>      | % tq | 4,2    | Ankom Methods            |
| <b>ESTRATTI INAZOTATI</b> | % ss | 65,7   | Calcolo                  |
| <b>SOSTANZA ORGANICA</b>  | % ss | 98     | Calcolo                  |

Prezzo FD p/o CESAC: 160€/ton

## ALBUME D'UOVO



| PARAMETRO                           | UM        | VALORI | METODO                 |
|-------------------------------------|-----------|--------|------------------------|
| <b>COD (Chemical Oxygen Demand)</b> | g/kg t.q. | 244    | DIN 38409-H41-1        |
| <b>SOSTANZA SECCA</b>               | % t.q.    | 15,6   | DIN EN 15934           |
| <b>SOSTANZA ORGANICA</b>            | % t.q.    | 94,0   | DIN EN 15934           |
| <b>CENERI</b>                       | % t.q.    | 0,65   | Food Data Central USDA |
| <b>GRASSI GREZZI</b>                | % t.q.    | <0,08  | Food Data Central USDA |
| <b>PROTEINE GREZZE</b>              | % t.q.    | 10,7   | Food Data Central USDA |
| <b>ESTRATTI INAZOTATI</b>           | % t.q.    | 2,36   | Food Data Central USDA |

Prezzo FD p/o CESAC: 30€/ton

## ACQUA DI PULITURA AMARENE



| PARAMETRO                    | UM        | VALORI | METODO          |
|------------------------------|-----------|--------|-----------------|
| COD (Chemical Oxygen Demand) | g/kg t.q. | 107    | DIN 38409-H41-1 |

Prezzo FD p/o CESAC: 30€/ton



## Rapporto di avanzamento progetto

### N. (01/2023)

*Titolo del Progetto: Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo feed e food*

*Acronimo: Captive Insect*

*Data del report: 01/02/2023*

*Periodo di riferimento: 01/01/2023 – 01/02/2023*

*Beneficiario: CENTRO ECONOMICO SERVIZI AGRICOLI E CANTINA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA - CESAC SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA*

*Nome del file report: Captive Insect Report 01/2023.*

#### Sviluppo del progetto

Nel periodo indicato sono state impostate le prove per testare alcune tecniche di allevamento di *Tenebrio molitor* in ambiente ridotto e controllato al fine di massimizzare la produzione e trovare le migliori soluzioni tecnico-impiantistiche da proporre su larga scala. Inizialmente sono stati acquistati gli strumenti necessari per avviare l'allevamento, le componenti della razione alimentare da somministrare e la sensoristica per tenere sotto controllo le condizioni ambientali. Per il momento viene utilizzato unicamente un substrato di riferimento che sarà il *benchmark* di confronto per i futuri test di produttività che saranno svolti utilizzando alimenti economicamente più convenienti. Vengono monitorate le fasi di sviluppo degli insetti e raccolti parametri relativi al tempo e alle percentuali di conversione delle larve in pupe e in adulti.

I dati raccolti, che dovranno essere confermati dalle prove in corso, ci hanno permesso di ottenere delle stime rispetto alla produttività attesa in modo da poter pianificare e programmare le successive fasi del progetto.



## Attività in corso

| WBS | Descrizione attività                                       | Resp.      | Data di inizio pianificata | Data di fine pianificata | Data di inizio effettiva | Data di fine prevista | % compl. |
|-----|------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|----------|
| 2.1 | Primo step allevamento con razione <i>benchmark</i> (BNCK) | BIOLOGICAL | 16/01/2023                 | 16/06/2023               | 11/01/2023               | 11/06/2023            | 18%      |
|     |                                                            |            |                            |                          |                          |                       |          |
|     |                                                            |            |                            |                          |                          |                       |          |

## Descrizione attività

**Biological Care:** sono state acquistate larve prossime all'impupamento dalla ditta INEF Insect Novel Ecologic Food di Piombino Dese (PD) e larve dall'azienda Agri Pet Garden di Conselve (PD) al fine di ripopolare il lotto prodotto da Biological Care. Su suggerimento di ENEA, le larve sono state posizionate in cassette di plastica bianca per uso alimentare 60X40 (1/4m<sup>2</sup>), che potrebbero essere utilizzate nell'allevamento su larga scala (Fig. 1a). Per ogni cassetta è stata somministrata 1kg di razione alimentare composta da 950g di crusca di farina e 50g di lievito di birra. Questo substrato viene considerato il *benchmark* per le successive prove che verranno svolte per valutare la resa di substrati economicamente più convenienti. L'idratazione delle larve viene garantita mediante somministrazione di frutta o verdura (mela o carote) aggiunta due volte a settimana, nel caso rimangano residui, potrà essere sostituita evitando così la formazione di muffa (Fig1. b, c).

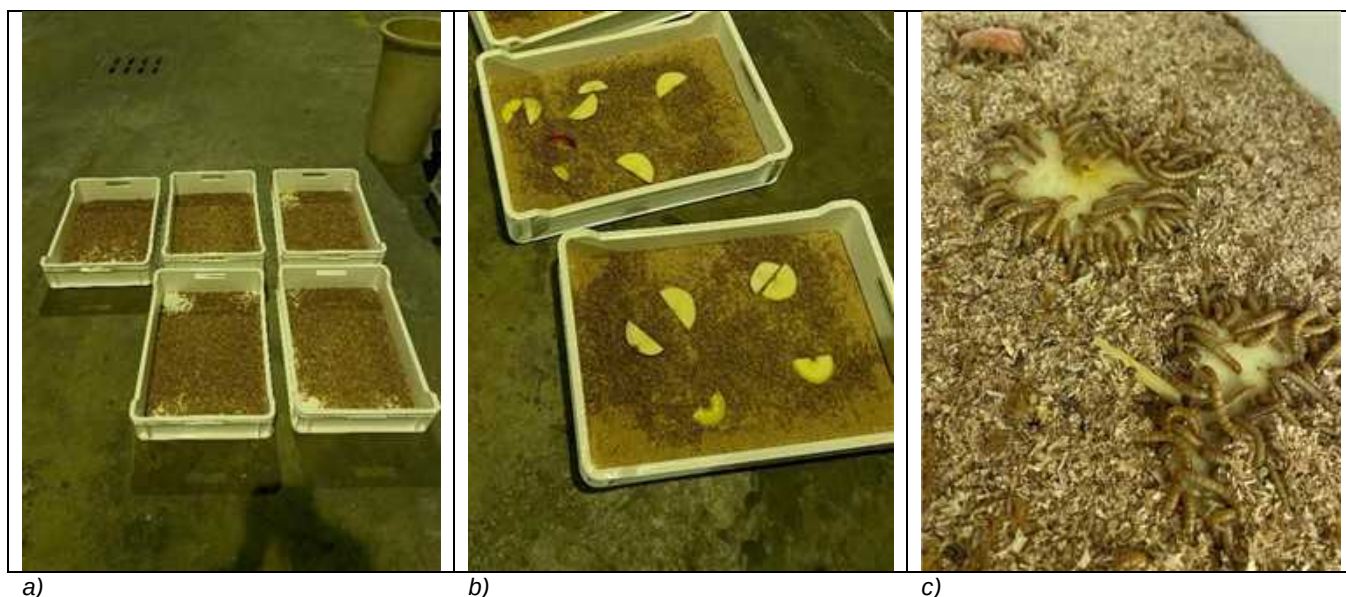


Figura 1 - a) Cassetta con larve, b,c) Aggiunta del substrato e alimento umido.

Attualmente disponiamo di 14 cassette di larve adulte in fase di impupamento. Mediante setacciatura, abbiamo ad oggi ottenuto 1,7kg di pupe che sono state posizionate in ulteriori 12 cassette (Fig. 2 a, b). Dalle prime stime di conversione, ci attendiamo che dal quantitativo iniziale di larve si possano ottenere, entro fine febbraio, 8kg di pupe prossime allo sfarfallamento. Considerando una percentuale di conversione di pupe ad adulto del 42% (dato ricavato sperimentalmente da confermare con ulteriori indagini) ci aspettiamo di poter disporre di circa 20 cassette di adulti in deposizione entro fine febbraio - inizio marzo. La fase di deposizione durerà tutto il mese di marzo, al termine della quale otterremo circa 80 cassette con substrato e uova. Da aprile inizierà il periodo di sviluppo larvale che terminerà indicativamente a giugno. Dalle stime relative al quantitativo di adulti rispetto al numero di uova ovideposte, ci si attende un quantitativo di circa 2kg di larve mature per cassetta. Questi dati preliminari dovranno essere confermati durante i test. Le 8 cassette produrranno indicativamente 160 kg di larve compatibili con il secondo step di allevamento previsto per giugno.



a) *Allevamento larve*, b) *Posizionamento pupe prossime allo sfarfallamento.*

Condizioni ambientali standardizzate sono indispensabili al fine di ottenere risultati riproducibili e un allevamento ottimale. L'installazione di un umidificatore e un sistema di riscaldamento termostato garantiscono il mantenimento di una temperatura di 27 gradi e umidità almeno del 60%. Per monitorare questi parametri è stata acquistata la sensoristica necessaria. I dati vengono regolarmente raccolti e valutati (Grafico 1).

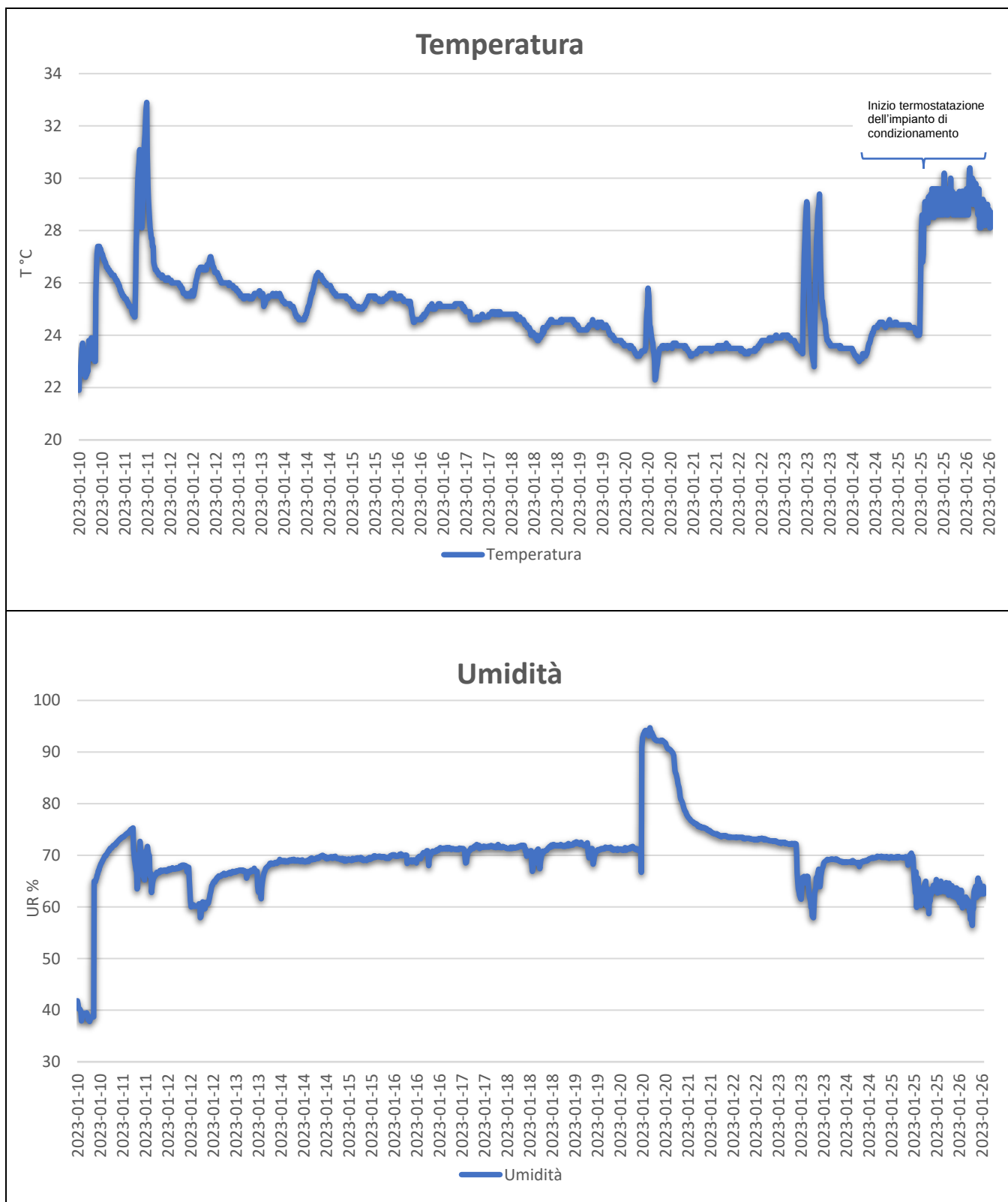


Grafico 1 – Dati di monitoraggio temperatura e umidità.

**CREA:** sulla base dei cartellini forniti, relativi ai prodotti e sottoprodotti disponibili, il Crea ha valutato alcune possibili razioni di alimento da testare durante il primo *step* di allevamento (Tabella 1). Grazie alle disponibilità aziendali, il Crea imposterà un piccolo allevamento su scala ridotta utilizzando le stesse razioni alimentari usate da Biological Care per il primo *step* di allevamento, in questo modo si potrà avere un confronto tra i dati raccolti.

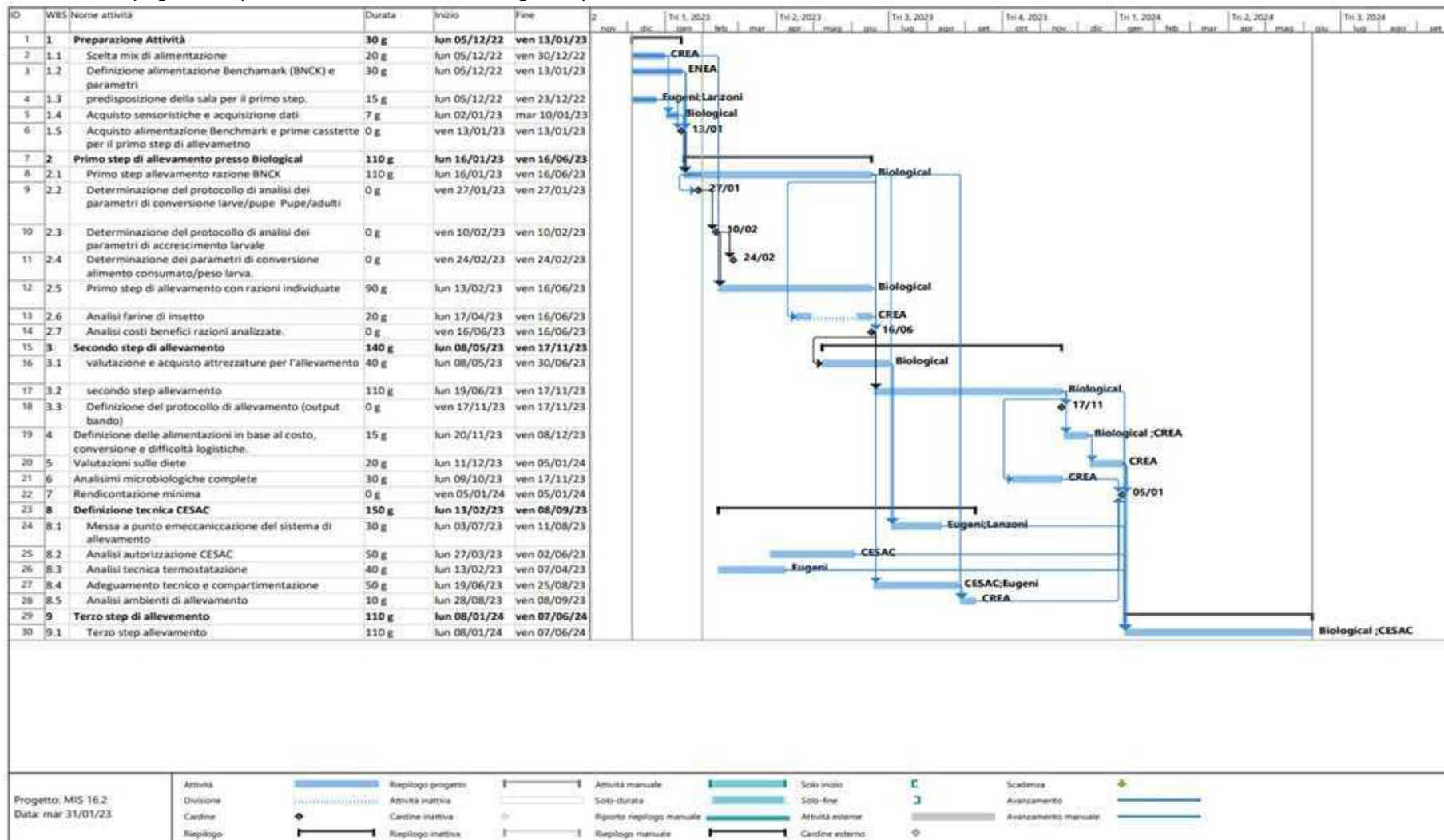
| tipologia<br>dieta | piadina | trebbie | alume | biscotti | impasto pizza | okara | panini | # ingr | costo €/tonn |
|--------------------|---------|---------|-------|----------|---------------|-------|--------|--------|--------------|
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0   | 64,2     | 0,0           | 32,8  | 2,9    | 3      | 153          |
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0   | 36,9     | 0,0           | 26,5  | 36,6   | 3      | 151          |
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 15,0  | 31,1     | 0,0           | 0,0   | 53,9   | 3      | 147          |
| 17% prot           | 0,0     | 10,0    | 0,0   | 14,1     | 0,0           | 8,5   | 67,4   | 4      | 150          |
| 17% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0   | 34,8     | 0,0           | 16,8  | 48,4   | 3      | 157          |
| 17% prot           | 0,0     | 37,7    | 0,0   | 18,7     | 0,0           | 0,0   | 43,6   | 3      | 134          |
| 17% prot           | 0,0     | 40,8    | 0,0   | 23,4     | 0,0           | 0,0   | 35,7   | 3      | 132          |

Table 1 – Proposte di dieta avanzate dal Crea sulla base di cartellini forniti.



## New Gantt Release

Il nuovo tempogramma prende in considerazione i seguenti punti





## APPENDIX C

### Documenti rilevanti:

Inserire i link. Iper testuali divisi per tipologia da One drive



## Rapporto di avanzamento progetto

### N. (02/2023)

*Titolo del Progetto: Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo feed e food*

*Acronimo: Captive Insect*

*Data del report: 13/03/2023*

*Periodo di riferimento: 01/02/2023 – 10/03/2023*

*Beneficiario: CENTRO ECONOMICO SERVIZI AGRICOLI E CANTINA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA - CESAC SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA*

*Nome del file report: Captive Insect Report 02/2023.*

#### Sviluppo del progetto

Nel periodo indicato abbiamo completato l'analisi dei dati di conversione delle larve in pupe e delle pupe in adulti. I dati raccolti ci hanno permesso di individuare le opportune procedure di gestione dell'allevamento in rapporto sia ai dati di conversione sia alle tempistiche di movimentazione delle cassette nell'ottica di una produzione su larga scala. Sono state condotte ulteriori prove di omogeneità della temperatura e dell'umidità dell'ambiente e adottate soluzioni per uniformare i parametri. Abbiamo preparato tre razioni di substrato utilizzando sottoprodotti che verranno confrontate con la razione *benchmark*. Per il momento, i dati raccolti hanno confermato le stime di produttività attesa e ci consentono di pianificare e programmare le successive fasi del progetto come da aspettative. Resterà da valutare la percentuale di natalità rispetto alle uova deposte e in relazione alle tre razioni preparate utilizzando sottoprodotti.

## Attività in corso

| WBS | Descrizione attività                                       | Resp.      | Data di inizio pianificata | Data di fine pianificata | Data di inizio effettiva | Data di fine prevista | % compl. |
|-----|------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|----------|
| 2.1 | Primo step allevamento con razione <i>benchmark</i> (BNCK) | BIOLOGICAL | 16/01/2023                 | 16/06/2023               | 11/01/2023               | 11/06/2023            | 39%      |
| 2.5 | Primo step di allevamento con razioni individuate          | BIOLOGICAL | 13/02/2023                 | 16/06/2023               | 21/02/2023               | 24/06/2023            | 14%      |
| 8.3 | Analisi tecnica termostatazione celle                      | EUGENI     | 13/02/2023                 | 07/04/2023               | 20/02/2023               | 14/04/2023            | 5%       |

## Descrizione attività

**Biological Care:** in questa fase ci siamo concentrati sull'analisi dei parametri di conversione larva/pupa e pupa/adulto. Gli adulti e le larve tendono ad attaccare le pupe quindi, nell'ottica di massimizzare la produzione è necessario conoscere i fattori di conversione per individuare le tempistiche e le tecniche più appropriate di gestione dell'allevamento, inoltre questi dati serviranno per effettuare stime di produttività.

Inizialmente avevamo a disposizione 7kg di larve in fase di impupamento, le larve sono state acquistate in due date distinte; primi 3 kg in data 11/01/23 e ulteriori 3 kg in data 25/01/2023, un ulteriore kg derivava dalle precedenti prove di allevamento ed è stato uniformato ai primi 3 kg di larve acquistate. Ad oggi tutte le larve del primo acquisto e quelle derivate dalle prove di allevamento si sono convertite in pupe. Questo processo è avvenuto in 1 mese e 10gg e da questi primi 4 kg di larve abbiamo ottenuto 4,9 kg di pupe. La separazione delle larve dalle pupe neoformate è stata eseguita mediante 2 operazioni di setacciatura a settimana, per un totale di 13 svolte nel periodo sopra indicato. La setacciatura è stata effettuata utilizzando un setaccio appositamente realizzato mediante l'utilizzo di stampante 3D, sulla base della dimensione larvale e grazie a valutazioni suggeriteci da ENEA (Figura 1).

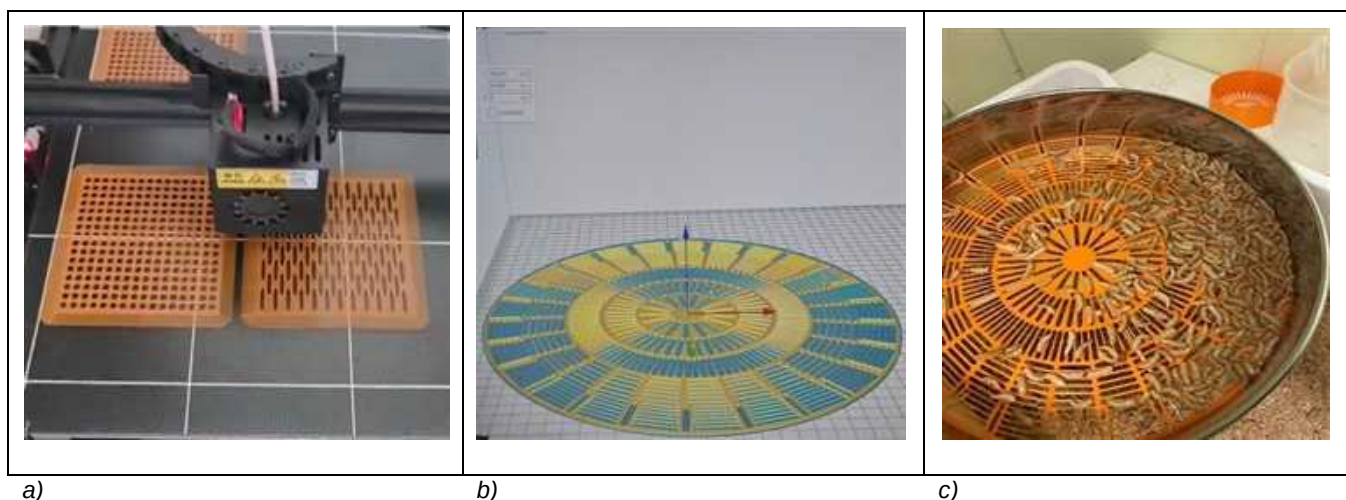
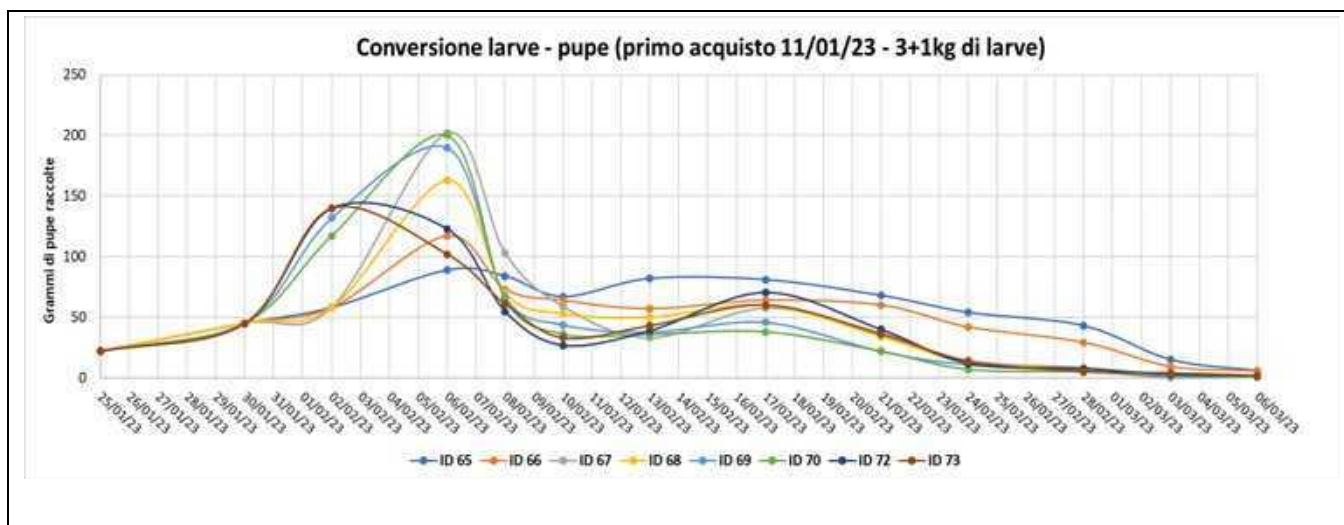
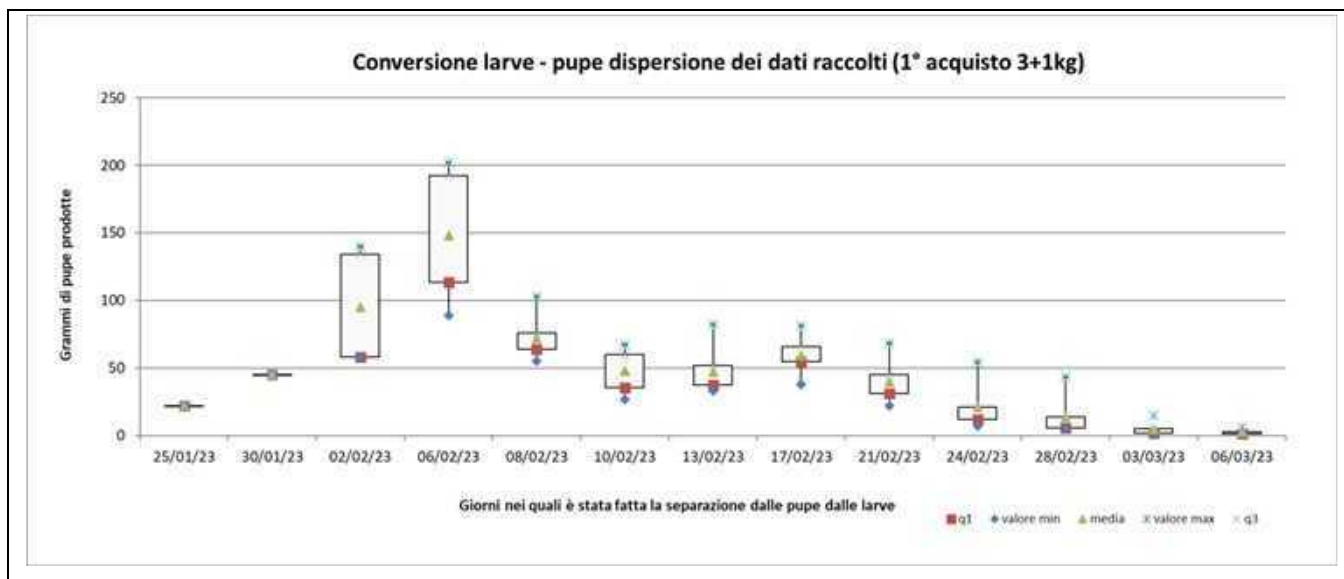


Figura 1 - a) Stampa 3D prove di setacci con diverse asolature, b) Maquette setaccio asolato c) Prototipo setaccio utilizzato per la separazione.

I 3 kg di larve del secondo acquisto non si sono ancora tutte convertite in pupe, ad ogni modo gli andamenti fino ad ora registrati tra i due gruppi di cassette sono molto simili. Dalla comparsa delle prime pupe, il picco di conversione per entrambe le due serie di cassette si è ottenuto dopo circa 10-15gg (Grafici 1 e 2).

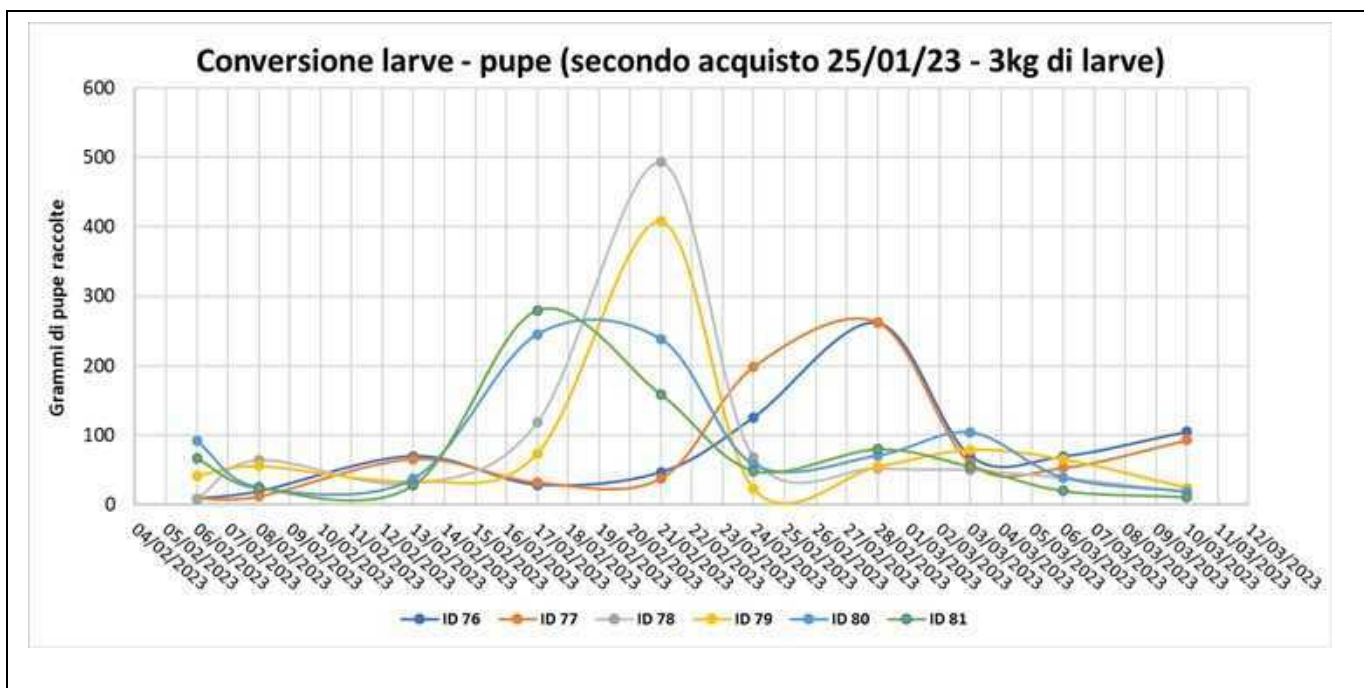


a)

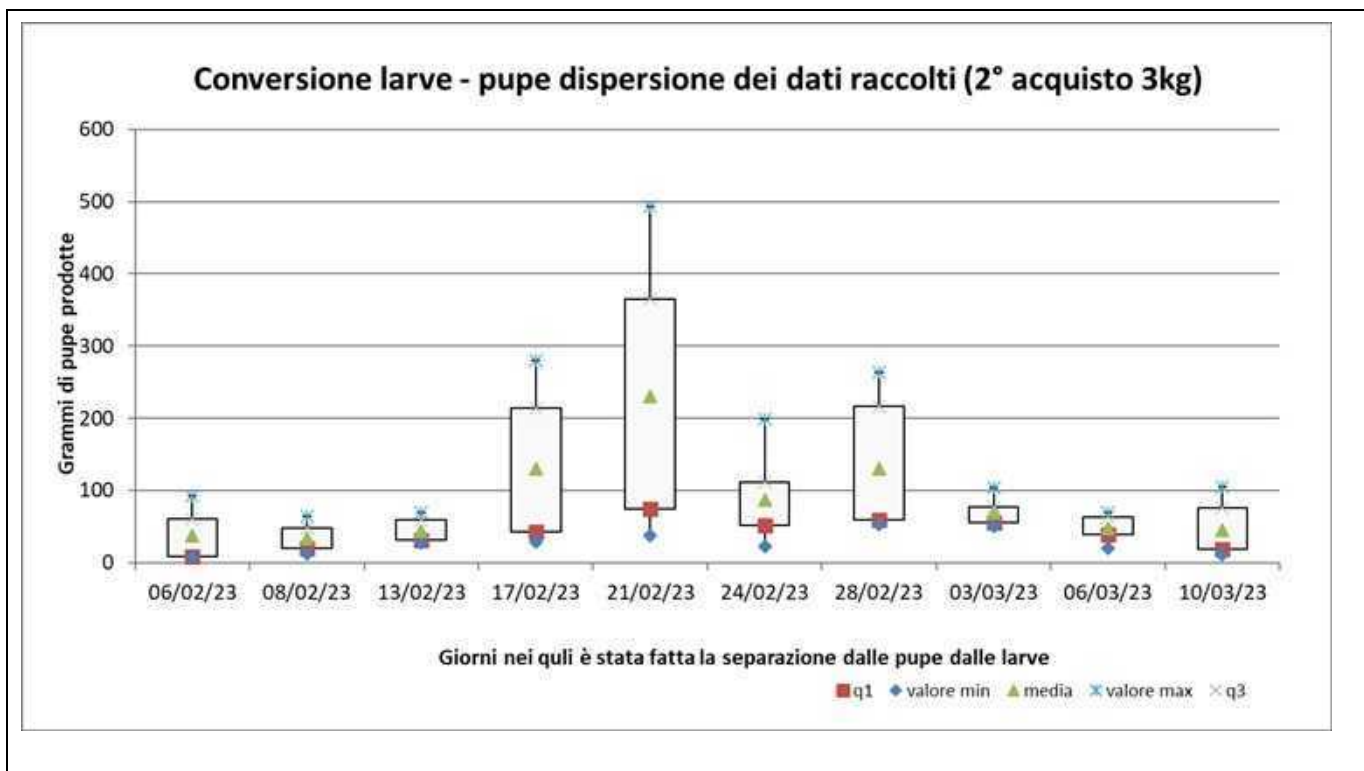


b)

Grafico 1 – a) Grammi di pupe raccolte mediante setacciatura dal primo gruppo di larve acquistate e larve derivanti dalle fasi di allevamento precedente. b) Dispersione dei dati raccolti relativi alle cassette del primo acquisto.



a)



b)

Grafico 2 - Grammi di pupe raccolte mediante setacciatura dal secondo gruppo di larve acquistate e larve derivanti dalle fasi di allevamento precedente. b) Dispersione dei dati raccolti relativi alle cassette del secondo acquisto.



Da questi dati preliminari, al fine di ottimizzare i tempi in una produzione su larga scala, si può pensare di effettuare solamente due cicli di separazione delle pupe dalle larve, ipotizzando una setacciatura dopo 10-15gg e una ulteriore setacciatura dopo 10-15gg dalla prima. Dai grafici di dispersione (Grafico 1 e 2 b) si può facilmente vedere che c'è una notevole disomogeneità tra le varie cassette principalmente in concomitanza dei picchi di massima raccolta. Questi dati, che dovranno essere ulteriormente confermati, sono dovuti alla eterogeneità dell'età della popolazione larvale, dalla disomogeneità della distribuzione dell'alimento e dal gradiente di temperatura ambientale. Se si disponesse di una popolazione con crescita uniforme e condizioni di temperatura e umidità omogenee, si potrebbe definire più precisamente il momento adatto per eseguire l'operazione di separazione delle larve dalle pupe ed ottenere il massimo della produttività. Inoltre, si potrebbe pensare di effettuare una sola operazione di setacciatura anziché più passaggi. A dimostrazione di quanto sia importante l'uniformità della temperatura dell'ambiente, è interessante notare che l'andamento delle curve di conversione rispecchia la posizione delle cassette sui ripiani della scansia (Figura 2a). Le cassette posizionate alla stessa altezza (es. ID 78-79 o ID 80-81) hanno andamenti molto simili probabilmente dovuti al gradiente di temperatura dell'ambiente. Per investigare questo aspetto sono stati posizionati 3 sensori di temperatura a diversa altezza, il gradiente di temperatura medio rilevato tra le cassette posizionate più in alto e quelle posizionate nella parte bassa della scansia è risultato essere di ben 8,1°C (Figura 2b).



a) La disposizione delle cassette sui ripiani segue l'andamento delle curve di conversione, b) Datalogger di rilevazione della temperatura a diverse altezze c) Posizionamento di una ventola per uniformare la temperatura all'interno della stanza.

Per ridurre questo effetto ed ottenere una temperatura omogenea all'interno della stanza in data 25/02/23 abbiamo ventilato l'ambiente (Figura 2c). Dalle successive indagini il delta medio di temperatura tra le tre sonde posizionate a tre altezze diverse si è ridotto a  $\pm 0,9^{\circ}\text{C}$ . La setacciatura effettuata dopo l'attivazione della ventilazione ha portato ad un aumento delle pupe ricavate dalle cassette posizionate più in basso sulla scansia, in queste cassette solo una percentuale bassa di larve si erano convertite in pupe, probabilmente proprio a causa della bassa temperatura rispetto a quelle superiori.

Oltre ai parametri di conversione larva/pupe, sono stati valutati anche i parametri di conversione pupe/adulti in base sia alla tecnica di posa delle pupe, sia al tempo di raccolta degli adulti rispetto alla data di posa. Abbiamo posizionato le pupe utilizzando due tecniche;

1. Posizionamento di 150g di pupe in cassette 60x40 direttamente su 1 kg di substrato *benchmark*, sul quale abbiamo poi posto un cartone (*plateau* uova) per facilitare la successiva fase di raccolta, dal momento che gli adulti tendono ad attaccarsi.
2. Posizionamento delle pupe su supporti rialzati in modo che gli adulti neoformati, per la loro tendenza a perlustrare l'ambiente possano cadere sul substrato senza restare a contatto con le pupe evitando così di poterle attaccare.



a) Disposizione delle pupe direttamente sul substrato coperte da cartone, b) Pupe posizionate sopra un supporto per fare in modo che gli adulti cadano sul substrato senza attaccare le pupe, c) Pesatura degli adulti per la successiva posa sul substrato per la deposizione.



I dati raccolti ci hanno permesso di valutare la differenza tra i due metodi;

- Metodo 1 - da 150g di pupe posizionate abbiamo mediamente raccolto 76,41g di pupe (55,62%).
- Metodo 2 - da 150g di pupe posizionate abbiamo mediamente raccolto 112,83g di pupe (74,95%).

È pertanto da preferire il metodo 1 anche per una più facile gestione. Gli adulti sfarfallati sono stati raccolti con tempistiche differenti che ci hanno consentito di valutare dopo quanto tempo è opportuno recuperarli (Grafico 3). Dal grafico si può vedere che la raccolta deve essere svolta da un minimo di 7 a massimo 11 giorni dalla posa delle pupe, in questo periodo abbiamo ottenuto i risultati migliori sia per quantità media recuperata sia per maggiore uniformità tra le varie cassette. Dal grafico, infatti, si vede come la dispersione dei dati è molto ridotta per le raccolte avvenute fino all'11° giorno, risulta più disomogenea per raccolte effettuate dopo più tempo. Alle condizioni sperimentali di temperatura e umidità con le quali si è gestito l'allevamento, rispetto ai dati ottenuti, l'operazione di raccolta degli adulti sfarfallati deve essere svolta dopo  $9 \pm 2$  giorni dalla posa delle pupe.

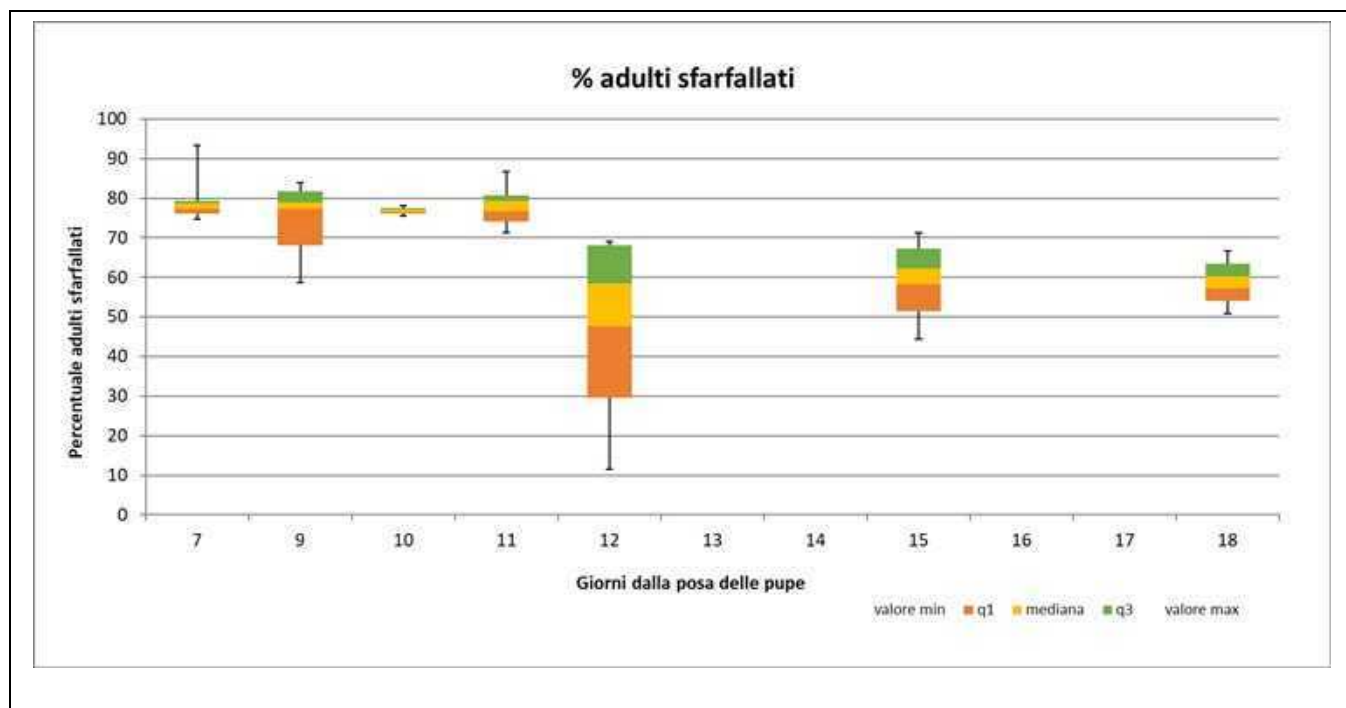


Grafico 3 Andamento della raccolta degli adulti rispetto ai giorni dopo la posa delle pupe. Valore mediano di raccolta e dispersione dei dati.

Gli adulti sfarfallati vengono posizionate in quantità di 250g per ogni cassetta 60x40 e tenuti in deposizione per una settimana dopodiché vengono spostati in una nuova cassetta per continuare la deposizione. Gli adulti depongono principalmente per il primo mese, vengono quindi spostati una volta a settimana per quattro settimane. Dopo la quarta settimana di deposizione, si è deciso di spostare gli adulti un'ultima volta in una ulteriore cassetta dove

resteranno per due settimane, nell'analisi dati queste cassette verranno valutate separatamente. Cosa farne degli adulti dopo questo ulteriore *step* è ancora da valutare.

Sulla base dei cartellini forniti, relativi ai prodotti e sottoprodotti che sarà possibile recuperare, il Crea ha valutato alcune razioni di alimento da testare durante questo *step* di allevamento (Figura 4). In base ai sottoprodotti al momento disponibili sono state create tre razioni composte come segue:

1. Biscotti (34,8%), okara (16,8%), panini (48,4%);
2. Trebbie (37,7%), biscotti (18,7%), panini (43,6%);
3. Panini (45%), crusca (50%), lievito di birra essiccato (5%).

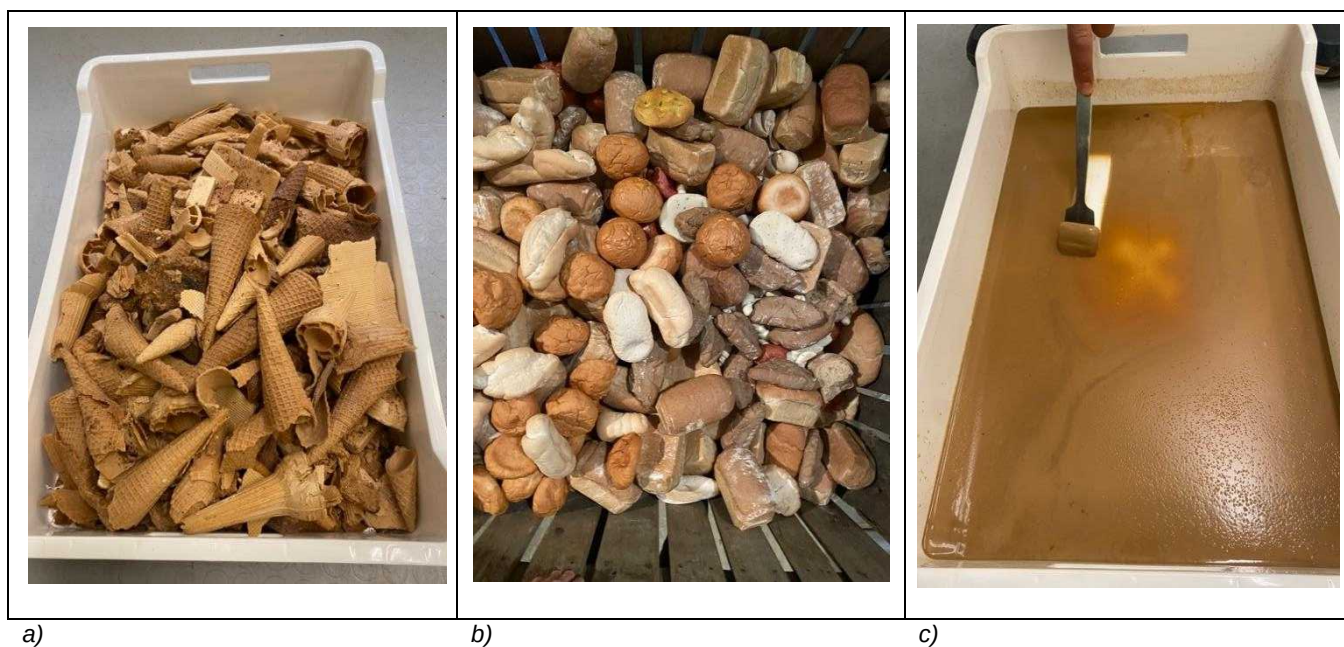


Figura 4 - a) Biscotti, b) Panini, c) Lievito di birra che verrà poi seccato.

Per ogni tipo di razione sono stati preparate 4 kg di substrato, e valutata la sostanza secca;

- Razione 1 - SS % = 72,6
- Razione 2 - SS % = 59,08
- Razione 3 - SS % = 88,76

Le cassette utilizzate per queste prove hanno la dimensione della metà rispetto a quelle standard, per ogni cassetta verrà posizionato 1kg di substrato e un quantitativo di 125g di adulti in deposizione.

I parametri di conversione e il confronto con la razione *benchmark*, verrà valutato a compimento della prima fase di allevamento ovvero a fine giugno come indicato nel Gantt.

Attualmente nell'allevamento disponiamo delle seguenti cassette (Figura 5)

- 6 cassette di larve adulte in fase di esaurimento; restano poche larve che genereranno pupe.
- 4 cassette di pupe che dai dati raccolti dovrebbero portare a 2 nuove cassette di adulti da mettere in deposizione.
- 23 cassette di adulti in deposizione, di diverse età.
- 35 cassette nelle quali gli adulti hanno già deposto le uova e che ipoteticamente dovrebbero generare ognuna 2 kg di larve, in linea con le nostre previsioni.



a)

Figura 5 – a) Allevamento, b) Cassette di adulti in deposizione.



b)

**CREA:** sulla base delle disponibilità attuale di sottoprodotti, il Crea sta effettuando delle prove di compatibilità dei singoli ingredienti e di accrescimento larvale. I risultati che verranno poi comparati con i nostri dati ricavati successivamente. Il Crea procederà con le analisi nutrizionale delle larve appena avremo campioni rappresentativi delle differenti razioni.

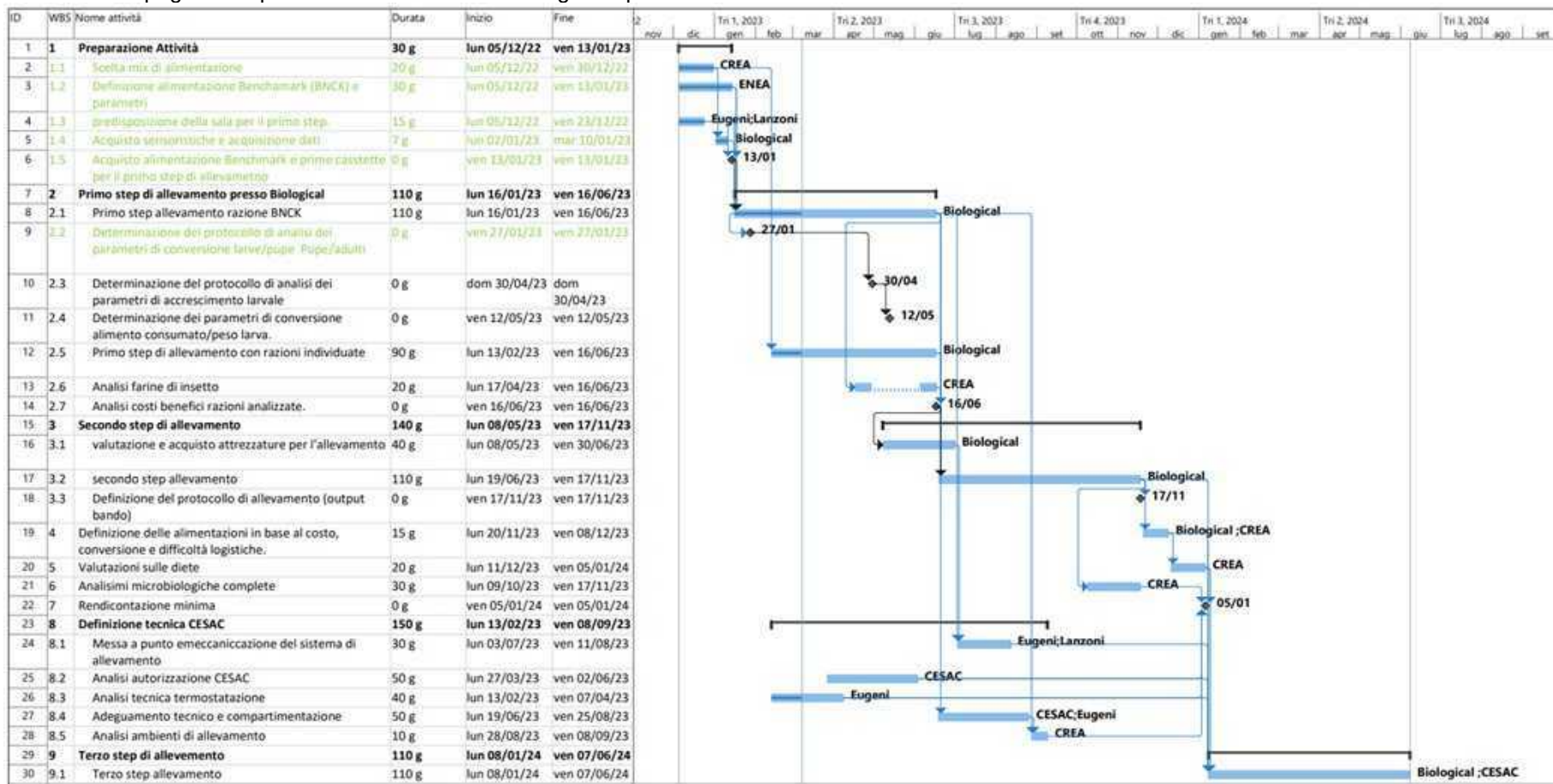
| tipologia<br>dieta | piadina | trebbie | albume | biscotti | impasto pizza | okara | panini | # ingr | costo €/tonn |
|--------------------|---------|---------|--------|----------|---------------|-------|--------|--------|--------------|
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0    | 64,2     | 0,0           | 32,8  | 2,9    | 3      | 153          |
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0    | 36,9     | 0,0           | 26,5  | 36,6   | 3      | 151          |
| 20% prot           | 0,0     | 0,0     | 15,0   | 31,1     | 0,0           | 0,0   | 53,9   | 3      | 147          |
| 17% prot           | 0,0     | 10,0    | 0,0    | 14,1     | 0,0           | 8,5   | 67,4   | 4      | 150          |
| 17% prot           | 0,0     | 0,0     | 0,0    | 34,8     | 0,0           | 16,8  | 48,4   | 3      | 157          |
| 17% prot           | 0,0     | 37,7    | 0,0    | 18,7     | 0,0           | 0,0   | 43,6   | 3      | 134          |
| 17% prot           | 0,0     | 40,8    | 0,0    | 23,4     | 0,0           | 0,0   | 35,7   | 3      | 132          |

Tabella- 1 – Proposte di dieta avanzate dal Crea sulla base di cartellini forniti, le diete evidenziate sono quelle che si stanno testando.



## New Gantt Release

Il nuovo tempogramma prende in considerazione i seguenti punti







## APPENDIX C

### Documenti rilevanti:

Inserire I link. Iperestuali divisi per tipologia da One drive

## Rapporto di avanzamento progetto

### N. (03/2023)

*Titolo del Progetto: Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo feed e food*

*Acronimo: Captive Insect*

*Data del report: 25/04/2023*

*Periodo di riferimento: 10/03/2023 – 25/04/2023*

*Beneficiario: CENTRO ECONOMICO SERVIZI AGRICOLI E CANTINA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA - CESAC SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA*

*Nome del file report: Captive Insect Report 03/2023.*

#### Sviluppo del progetto

In questa fase abbiamo portato a termine tutte le operazioni necessarie per completare il primo ciclo di allevamento. In tutte le cassette è avvenuta deposizione secondo i parametri prestabiliti e attualmente le larve si stanno sviluppando come previsto. Il protocollo di allevamento è stato definito e sono state calcolate le ore uomo necessarie per la gestione con i mezzi che attualmente abbiamo. Sono state fatte valutazioni sui costi di alimentazione sia utilizzando razione *benchmark* che razioni di substrato con sottoprodotti. Le razioni con sottoprodotti sono ancora in fase di test e verranno confrontate con la razione *benchmark* una volta terminato lo sviluppo larvale. Ulteriori prove relative alle curve di crescita della popolazione larvale in rapporto al quantitativo di alimento consumato sono svolte dal Crea e verranno confrontate con i dati in campo. Sono in fase di analisi presso laboratori accreditati sia il frass prodotto che le larve refrigerate. Sono state condotte le prime valutazioni sulle caratteristiche tecniche di termostatazione del polo di frigoconservazione di Argenta.

## Attività in corso

| WBS | Descrizione attività                                       | Resp.               | Data di inizio pianificata | Data di fine pianificata | Data di inizio effettiva | Data di fine prevista | % compl. |
|-----|------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|----------|
| 2.1 | Primo step allevamento con razione <i>benchmark</i> (BNCK) | BIOLOGICAL          | 16/01/2023                 | 16/06/2023               | 11/01/2023               | 11/06/2023            | 66%      |
| 2.5 | Primo step di allevamento con razioni individuate          | BIOLOGICAL          | 13/02/2023                 | 16/06/2023               | 21/02/2023               | 24/06/2023            | 49%      |
| 2.6 | Analisi farine di insetto                                  | CREA/<br>BIOLOGICAL | 17/04/2023                 | 16/06/2023               | 06/04/2023               | 30/04/23              | 55%      |
| 8.2 | Analisi autorizzazione CESAC                               | CESAC               | 27/03/2023                 | 02/06/2023               | -                        | -                     | 0%       |
| 8.3 | Analisi tecnica termostatazione celle                      | EUGENI              | 13/02/2023                 | 07/04/2023               | 20/02/2023               | 15/05/2023            | 50%      |
|     |                                                            |                     |                            |                          |                          |                       |          |

## Descrizione attività

**Biological Care:** tutti gli step di allevamento della prima fase sono stati conclusi, abbiamo un quadro completo dei processi di produzione, delle tempistiche necessarie per svolgere tali operazioni utilizzando la strumentazione ad oggi disponibile e dei costi sia della razione alimentare *benchmark* sia della razione con sottoprodotti.

Siamo partiti acquistando 7 kg di larve in fase di impupamento, attualmente disponiamo di 165 cassette con uova, che potenzialmente genereranno  $247,5 \pm 82$  kg di larve in fase di impupamento (previsione di  $1,5 \pm 0,5$  kg di larve adulte per cassetta). In questa fase tutte le larve verranno utilizzate per ingrandire l'allevamento. Verranno quindi separate in cassette da  $\frac{1}{2}$  Kg per evitare l'attacco delle pupe. Le cassette che dovranno quindi essere gestite per l'ampliamento dell'allevamento saranno n°  $495 \pm 164$ . Nelle prime cassette "ovideposte" sono già presenti larve di buone dimensioni e riteniamo plausibile che fra circa dieci giorni si possa avere la formazione delle prime pupe che daranno così il via al secondo step di allevamento (Figura 1a). Il primo step di allevamento che per un periodo avverrà contemporaneamente al secondo step, terminerà quando tutte le larve avranno raggiunto dimensioni prossime all'impupamento. Da previsione (vedi tempogramma) questa fase avrebbe dovuto concludersi a giugno 2023, ma vista l'elevata deposizione degli adulti anche dopo la quarta settimana, al fine di massimizzare la produzione e per motivi di studio, abbiamo deciso di aumentare il tempo di deposizione facendo slittare la data di fine primo step ad agosto 2023.

Nel frattempo, come suddetto, fra circa 10 giorni partirà la seconda fase che per motivi di spazio riteniamo necessario svolgere al polo di frigoconservazione CESAC di Argenta (Figura 1b). In via previsionale, se le condizioni ambientali della cella e di allevamento saranno ottimali, si potranno generare presumibilmente  $8.500 \pm 945$  kg di larve totali alla fine del secondo step di allevamento ovvero a partire da novembre 2023. Nella seconda fase di allevamento il 95% delle larve potrà essere venduto mentre il restante dovrà essere utilizzato per ripopolare

l'allevamento e mantenere il medesimo regime di produzione. Ovviamente se la produzione vorrà essere ulteriormente ampliata la quota di insetti destinati a nursery dovrà essere maggiore.

Attualmente tutte le operazioni vengono svolte manualmente principalmente mediante l'utilizzo di setacci per separare gli insetti dal substrato. Anche l'alimentazione umida, che viene distribuita due volte a settimana, viene somministrata manualmente, un tritatore ci consente di sminuzzare più rapidamente il prodotto e renderlo omogeneo per la distribuzione (Figura 1c).

Abbiamo valutato le tempistiche di lavoro e i costi della razione utilizzando queste attrezzature, la valutazione è stata fatta sia per il primo step che per il secondo (Tabella 1)



Figura 1 – a) Stato allevamento al 17/04/2023. b) Carote somministrate due volte a settimana. c) Larve in fase di impupamento presenti nelle prime cassette "ovideposte".

Per il primo step si prevede di utilizzare 742,5 kg di substrato *benchmark* (crusca 95% + lievito 5%) e 729 kg di alimento umido (carote). Ipotizzando un costo della crusca e lievito di 250 €/ton e costo delle carote 450 €/ton, si prevede una spesa di 186 € per il substrato (crusca e lievito) e 328 € per alimento umido. Il costo totale della razione per Kg di insetti prodotti è di 2,1 €.

È stato valutato anche lo spazio occupato dalle cassette 60x40 cm impilate in colonne di 15, che man mano andrà aumentando fino a raggiungere la massima espansione relativa al primo ciclo pari a 8,25m<sup>2</sup> (sole cassette senza considerare spazi per l'operatore, macchinari ecc.).

Abbiamo dettagliato il tempo necessario per le varie fasi di allevamento e valutato un tempo di 33 minuti per la gestione di una cassetta in questa fase di allevamento. Considerando un costo manodopera di 25 €/h abbiamo ipotizzato che per ogni cassetta il costo di gestione con la strumentazione ad oggi a disposizione sia di 14 € per

cassetta. Sommando il costo gestione cassetta al costo substrato cassetta, la spesa risultante è di 15 € a cassetta. Il numero di persone necessarie per la gestione da ora a fine agosto per la sola prima fase di allevamento è 1,64 persone full time. Si ricorda che la prima parte della seconda fase si svolgerà in concomitanza della prima fase (vedi tempogramma).

Per il secondo ciclo di allevamento i dati proposti hanno un grado di incertezza maggiore perché largamente dipendenti dal primo ciclo e da fattori ambientali dovuti allo spostamento della produzione in cella di refrigerazione. Ad ogni modo si ipotizza di avere a fine secondo ciclo un quantitativo di  $5.672 \pm 630$  cassette con una produzione di  $8.508 \pm 945$  kg di larve adulte. Il consumo di substrato previsto per tutta la durata della seconda fase è di 25.523 kg di substrato e 15.428 kg di alimento umido. Se utilizziamo razione alimentare *benchmark* come quella usata nella prima fase i costi ammonteranno a 6.360 € per il substrato e 6.942 € di alimento umido, costo 1,57€/kg di larve prodotto (costo stimato minore rispetto alla prima fase perché si acquisterebbero quantitativi più elevati). Stiamo ultimando alcune prove, che verranno confermate anche dal CREA sull'utilizzo di sottoprodotti che potrebbero fare ridurre la spesa a 3.062 € per il substrato e 1.234 € per alimento umido, costo 0,51 €/Kg di larve. Le prove con queste razioni devono ancora essere concluse e validate.

Lo spazio occupato dalle cassette impilate in colonne di 15, che man mano andrà aumentando durante la seconda fase, raggiungerà la massima espansione a novembre 2023 e sarà pari a 95m<sup>2</sup> (sole cassette senza considerare spazi per l'operatore, macchinari ecc.).

Il 5% delle cassette utilizzate per la fase di ripopolamento dell'allevamento necessiterà di un tempo di gestione pari a quello sopra indicato ovvero di 33min, mentre per le cassette le cui larve saranno destinate alla vendita il tempo di gestione per cassetta in tutta la sua seconda fase è pari a 16min. Il costo manodopera medio stimato a 25€/h in una fase nella quale solo un 5% dell'allevamento viene destinato a Nursery è pari a 7,27 € a cassetta e che rappresenta un 4,84 €/kg di larve, che per il numero di cassette previsto si traduce in 39.245 € di costo manodopera per gestire tutto il secondo ciclo e mantenere la produzione costante nel tempo, le ore totali di lavoro necessarie sono circa 1.600. A pieno regime durante il secondo ciclo saranno necessarie 3,4 persone full time. Potranno essere inserite man mano che l'allevamento si ingrandisce, ovviamente si potrà ridurre il personale necessario se verranno inseriti sistemi di automazione. L'ipotesi potrebbe essere quella di inserire una risorsa a maggio, una ulteriore a luglio/agosto e una a settembre.

Il costo complessivo è stato stimato sia utilizzando alimentazione *benchmark* sia utilizzando razione composta da sottoprodotti, per quest'ultima ricordiamo che sono ancora in fase di test di valutazione le curve di crescita e la produttività. Il costo manodopera stimato in questa seconda fase utilizzando alimentazione *benchmark* è risultato di 6,41 €/kg di larve prodotte, utilizzando razione con sottoprodotti il costo manodopera e razione è di 5,35 €/Kg di larve prodotte. L'incidenza del costo della razione sul costo totale è del 24,5% utilizzando razione *benchmark* e del 8% utilizzando sottoprodotti, il costo della manodopera risulta la parte più consistente, l'automazione dei processi può consentirci ampi margini di miglioramento.



**I° STEP ALLEVAMENTO**

|                   | Colonna1                                            | Unità                       | Valore unitario                            | Per cassetta | Totale x 165 cassette |
|-------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Costi alimento    | Previsione n° Cass. TOT fine I° ciclo               | n° cassette                 |                                            |              | 165                   |
|                   | KG larve fine I ciclo AGOSTO 23                     | Kg larve                    | 1,5 kg cassetta                            |              | 247,5                 |
|                   | Consumo previsto substrato                          | Kg                          | 3 Kg substrato/ 1 kg di insetti            |              | 742,5                 |
|                   | Consumo previsto verdura                            | Kg                          | 0,340 Kg per settimana                     |              | 729                   |
|                   | n° Casette 05,KG larve AGOSTO 23                    | n° cassette da 0,5 kg larve |                                            |              | 495                   |
|                   | Costo totale razione substrato (crusaca+lievito)    | €                           | 250€ / ton                                 |              | 185,63 €              |
|                   | Costo totale razione umida (carote)                 | €                           | 450€ / ton                                 |              | 328,19 €              |
|                   | Costo totale razione                                | €/Kg                        | € kg di insetti                            | 2,08 €       |                       |
| Spazio necessario | Metri quadri equivalenti AGOSTO                     | m <sup>2</sup>              | 4 cassette/m <sup>2</sup>                  |              | 124                   |
|                   | Metri quadri necessari x pile di 15 cassette AGOSTO | m <sup>2</sup>              | 60 cassette/m <sup>2</sup>                 |              | 8,25                  |
|                   | Metri cubi necessari x pile di 9 cassette AGOSTO    | m <sup>3</sup>              | 36 cassette/m <sup>2</sup>                 |              | 13,75                 |
| Costi manodopera  | 1- Tempo per somministrazione verdura               | minuti e ore                | 40 secondi/cassetta (2 volt settx 13 sett) | 17,42        | 143,72                |
|                   | 2- Tempo per rimozione frass                        | ore                         | 3 minuti/cassetta (2 volte per ciclo)      | 6,00         | 49,50                 |
|                   | 3- Tempo rimozione Larva                            | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo)      | 5,00         | 41,25                 |
|                   | 4- Prelievo adulti                                  | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo)      | 5,00         | 41,25                 |
|                   | Ore totali cassetta                                 | ore                         | Min                                        | 33,42        |                       |
|                   | Costo manodopera                                    | €                           | 25€/h                                      | 13,93 €      | 6.892,88 €            |
|                   | Costo complessivo €/kg produzione                   | €/kg                        |                                            | 14,96 €      |                       |
|                   | <b>N. persone necessarie full time</b>              |                             |                                            | <b>1,64</b>  |                       |



| II° STEP ALLEVAMENTO |                                                       |                             |                                       |              |                         |                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------------|
|                      | Colonna1                                              | Unità                       | Valore unitario                       | Per cassetta | Totale x 5.672 cassette | Ipotesi razioni sottoprodotti |
| Costi alimento       | Previsione n° Cass. TOT fine II° ciclo                | n° cassette                 |                                       |              | 5.672                   |                               |
|                      | KG larve fine I ciclo Novembre 23                     | Kg larve                    | 1,5 kg cassetta                       |              | 8.508                   |                               |
|                      | Consumo previsto substrato                            | Kg                          | 3 Kg substrato/ 1 kg di insetti       |              | 25.523                  |                               |
|                      | Consumo previsto verdura                              | Kg                          | 0,340 Kg per settimana                |              | 15.428                  |                               |
|                      | n° Casette 05,KG larve Novembre 23                    | n° cassette da 0,5 kg larve |                                       |              | 213                     |                               |
|                      | Costo totale razione                                  | €                           | 250€ / ton -120€/ton                  |              | 6.380,86 €              | 3.062,81 €                    |
|                      | Costo totale razione umida (Trebbie esauste)          | €                           | 450€ / ton - 80€/ton                  |              | 6.942,38 €              | 1.234,20 €                    |
|                      | Costo totale produzione                               | €/Kg                        |                                       | 1,57 €       |                         | 0,51 €                        |
| Spazio necessario    | Metri quadri equivalenti Novembre                     | m <sup>2</sup>              | 4 cassette/m <sup>2</sup>             |              | 1.418                   |                               |
|                      | Metri quadri necessari x pile di 15 cassette Novembre | m <sup>2</sup>              | 60 cassette/m <sup>2</sup>            |              | 95                      |                               |
|                      | Metri cubi necessari x pile di 9 cassette Novembre    | m <sup>3</sup>              | 36 cassette/m <sup>2</sup>            |              | 158                     |                               |
| Costi manodopera     | 1- Tempo per somministrazione verdura                 | ore                         | 40 sec/cassetta (1 volt settx 8 sett) | 5,36         | 1.013                   |                               |
|                      | 2- Tempo per rimozione frass                          | ore                         | 3 minuti/cassetta (2 volte per ciclo) | 6,00         | 567                     |                               |
|                      | 3- Tempo rimozione Larva/pupe                         | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo) | 5,00         | 473                     |                               |
|                      | 4- Prelievo adulti                                    | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo) | 0,250        | 24                      |                               |
|                      | Ore totali cassetta                                   | ore                         | Min                                   | 16,61        | 1.570                   |                               |
|                      | Ore totali Nursery                                    | ore                         | 5% delle cassette                     | 0,83         | 79                      |                               |
|                      | Costo manodopera € cassetta                           | € cassetta da 1,5 kg        | 25€/h                                 | 7,27 €       | 39.254,10 €             |                               |
|                      | Costo manodopera €/kg                                 | €/kg                        | 25€/h                                 | 4,84 €       |                         |                               |
|                      | Costo complessivo €/kg produzione                     | €/kg                        |                                       | 6,41 €       | 52.577,34 €             |                               |
|                      | Totale costo razione Biological                       |                             |                                       | 5,35 €       | 43.629,62 €             |                               |
|                      | Totale conto                                          |                             |                                       |              |                         |                               |
|                      | <b>N. persone necessarie full time</b>                |                             |                                       | <b>3,435</b> |                         |                               |

Tabella 1 – Previsione produzione, costi razione alimentare, m<sup>2</sup> di spazio necessario, tempistiche di lavorazione e costi manodopera.

**Adeguamento tecnico cella Polo CESAC:** per gestire correttamente il secondo step di allevamento, a maggio ci sarà l'avvio di deposizione delle prime cassette messe in produzione a febbraio. Le cassette che hanno terminato il periodo di ingrasso passano automaticamente alla fase riproduttiva, dando così il via al secondo step di allevamento che porterà ad ottenere circa 5.600 cassette. Visti gli spazi contenuti, dovremmo quindi avviare il processo di adeguamento di una cella presso il polo di Argenta. Visto lo stato temporaneo in questo step di allevamento, e vista la stagione calda in arrivo, riteniamo opportuno non fare delle compartimentazioni temporanee di una cella, ma scaldare completamente una cella di più piccole dimensioni.

In questo caso l'adeguamento è di facile attuazione e rimovibile a fine test. Comprende una serie di installazioni elettriche elencate in seguito (Figura 2). Per l'acquisto di queste apparecchiature, si prevede una spesa massima pari a 2.000 €. L'allestimento permetterà il controllo e la regolazione di una cella alle condizioni ottimali per la crescita larvale (25-28°C e 60-80%umidità).

Il costo delle attrezzature che si prevede di installare è il seguente:

- 600 € quadro elettrico con relè montaggio a parete;
- 460 € per n°2 riscaldatori industriali RS PRO, 9kW, Montaggio a pavimento | RS (rs-online.com);
- 130 € per n° 1 nebulizzatore Giardino da Esterno con Pompa silenziosa 24v e timer, Kit di nebulizzazione con filtro, Sistema di Raffreddamento for Patio, Sistema Irrigazione Giard (Size:30m/98.4fttube + 45 nozzles), i sistemi di ventilazione esistenti verranno utilizzati per nebulizzare.
- 201 € termostato ed umidostato Fantinicosmi:
  - L24EM2 listino 99,80 + iva;
  - L03BI2A listino 101,00 + iva;
- 500 € circa accessori cavi e installazione.

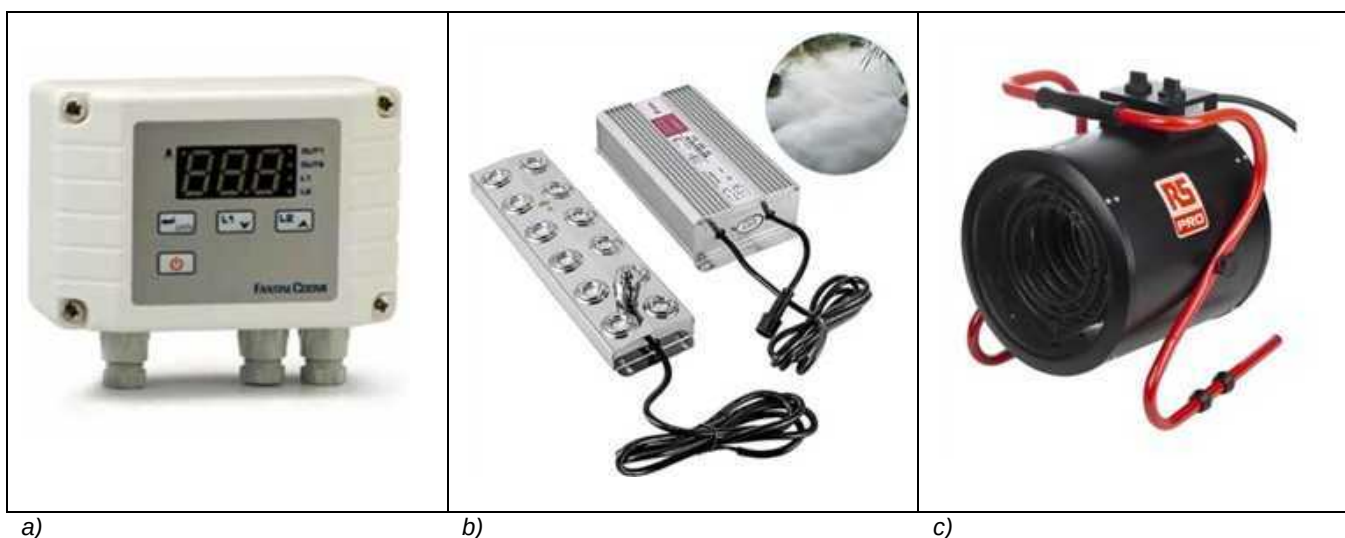
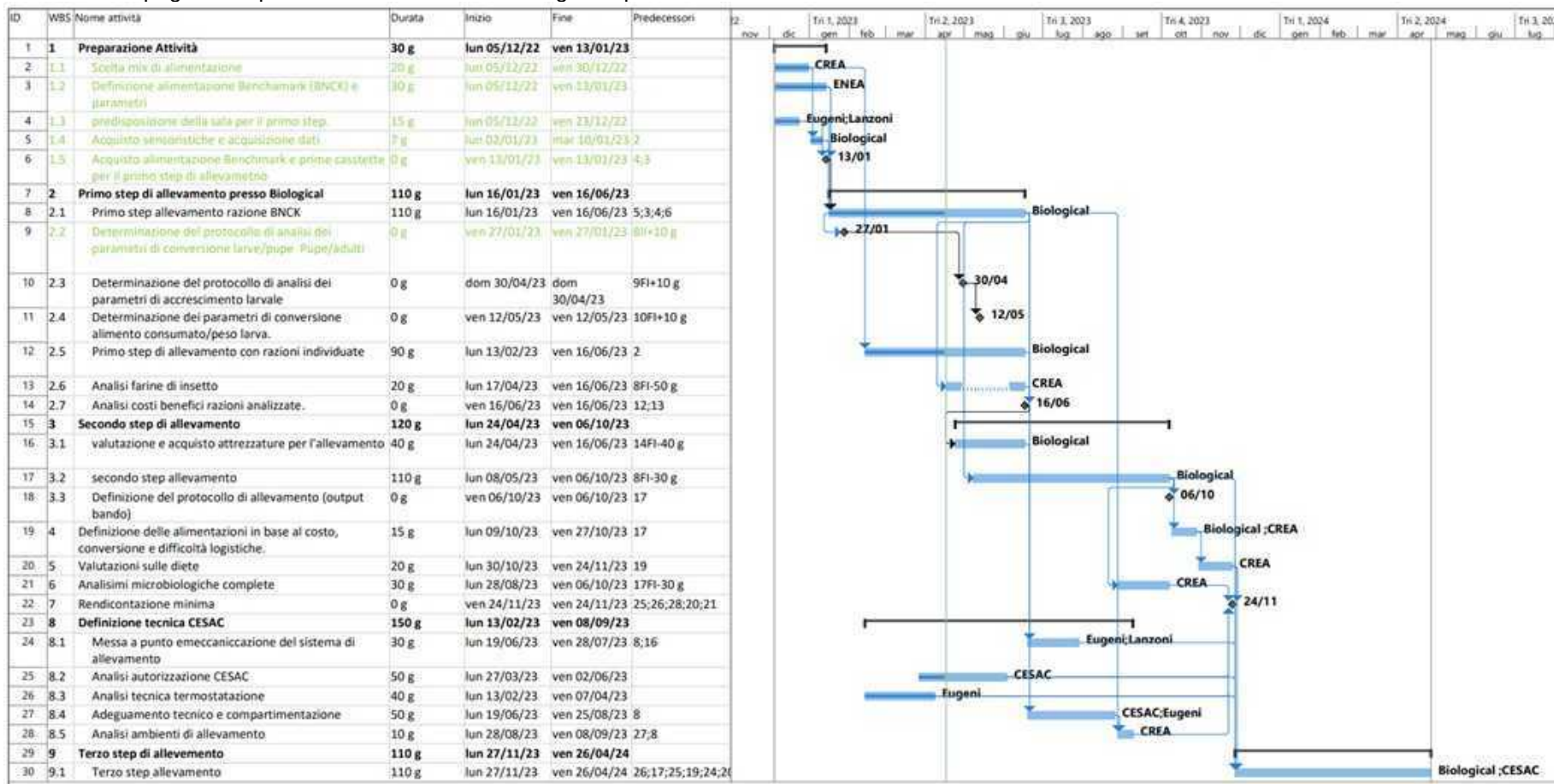


Figura 2 a) Termostato e umidostato con uscite relè e PID, b) Umidificatore a nebbia fredda. c) Riscaldatore industriale, montaggio a pavimento.

**CREA:** sulla base delle disponibilità continuativa di sottoprodotti e dei cartellini forniti, al Crea verrà fornita una razione da testare così composta: Panini (45%), crusca (50%), lievito di birra essiccato (5%). Verranno svolte delle prove di compatibilità dei singoli ingredienti e di accrescimento larvale. I risultati che verranno poi comparati con i nostri dati ricavati successivamente. Sono in corso delle analisi chimiche relativamente sia la frass prodotto che ai valori nutrizionali delle larve adulte per ora alimentate con razione *benchmark*, i risultati saranno visibili nel prossimo report.

## New Gantt Release

Il nuovo tempogramma prende in considerazione i seguenti punti





## APPENDIX C

### Documenti rilevanti:

Inserire I link. Iperestuali divisi per tipologia da One drive

[Riscaldatore industriale RS PRO, 9kW, Montaggio a pavimento | RS \(rs-online.com\)](#)

[Aomdom Mist Maker Fogger, 12 Teste Nebulizzatore Ultrasonico 8.4L/H Umidificatore Fogger per Fontana Foggy  
Piante da Giardino Stagno Rockery : Amazon.it: Giardino e giardinaggio](#)

[LDH290 - sensore di umidità dell'aria - ifm](#)



## **Rapporto di avanzamento progetto**

### **N. (04/2023)**

*Titolo del Progetto: Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo feed e food*

*Acronimo: Captive Insect*

*Data del report: 25/06/2023*

*Periodo di riferimento: 25/04/2023 – 25/06/2023*

*Beneficiario: CENTRO ECONOMICO SERVIZI AGRICOLI E CANTINA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA - CESAC SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA*

*Nome del file report: Captive Insect Report 04/2023.*

### **Sviluppo del progetto**

#### **Al termine**

In questa fase abbiamo portato a termine tutte le operazioni necessarie per completare il primo ciclo di allevamento. In tutte le cassette è avvenuta deposizione secondo i parametri prestabiliti e attualmente le larve si stanno sviluppando come previsto. Il protocollo di allevamento è stato definito e sono state calcolate le ore uomo necessarie per la gestione con i mezzi che attualmente abbiamo. Sono state fatte valutazioni sui costi di alimentazione sia utilizzando razione *benchmark* che razioni di substrato con sottoprodotti. Le razioni con sottoprodotti sono ancora in fase di test e verranno confrontate con la razione *benchmark* una volta terminato lo sviluppo larvale. Ulteriori prove relative alle curve di crescita della popolazione larvale in rapporto al quantitativo di alimento consumato sono svolte dal Crea e verranno confrontate con i dati in campo. Sono in fase di analisi presso laboratori accreditati sia il frass prodotto che le larve refrigerate. Sono state condotte le prime valutazioni sulle caratteristiche tecniche di termostatazione del polo di frigoconservazione di Argenta.

## Attività in corso

| WBS | Descrizione attività                                       | Resp.               | Data di inizio pianificata | Data di fine pianificata | Data di inizio effettiva | Data di fine prevista | % compl. |
|-----|------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|----------|
| 2.1 | Primo step allevamento con razione <i>benchmark</i> (BNCK) | BIOLOGICAL          | 16/01/2023                 | 16/06/2023               | 11/01/2023               | 11/06/2023            | 66%      |
| 2.5 | Primo step di allevamento con razioni individuate          | BIOLOGICAL          | 13/02/2023                 | 16/06/2023               | 21/02/2023               | 24/06/2023            | 49%      |
| 2.6 | Analisi farine di insetto                                  | CREA/<br>BIOLOGICAL | 17/04/2023                 | 16/06/2023               | 06/04/2023               | 30/04/23              | 55%      |
| 8.2 | Analisi autorizzazione CESAC                               | CESAC               | 27/03/2023                 | 02/06/2023               | -                        | -                     | 0%       |
| 8.3 | Analisi tecnica termostatazione celle                      | EUGENI              | 13/02/2023                 | 07/04/2023               | 20/02/2023               | 15/05/2023            | 50%      |
|     |                                                            |                     |                            |                          |                          |                       |          |

## Descrizione attività

**Biological Care:** tutti gli step di allevamento della prima fase sono stati conclusi, abbiamo un quadro completo dei processi di produzione, delle tempistiche necessarie per svolgere tali operazioni utilizzando la strumentazione ad oggi disponibile e dei costi sia della razione alimentare *benchmark* sia della razione con sottoprodotti.

Siamo partiti acquistando 7 kg di larve in fase di impupamento, attualmente disponiamo di 165 cassette con uova, che potenzialmente genereranno  $247,5 \pm 82$  kg di larve in fase di impupamento (previsione di  $1,5 \pm 0,5$  kg di larve adulte per cassetta). In questa fase tutte le larve verranno utilizzate per ingrandire l'allevamento. Verranno quindi separate in cassette da  $\frac{1}{2}$  Kg per evitare l'attacco delle pupe. Le cassette che dovranno quindi essere gestite per l'ampliamento dell'allevamento saranno n°  $495 \pm 164$ . Nelle prime cassette "ovideposte" sono già presenti larve di buone dimensioni e riteniamo plausibile che fra circa dieci giorni si possa avere la formazione delle prime pupe che daranno così il via al secondo step di allevamento (Figura 1a). Il primo step di allevamento che per un periodo avverrà contemporaneamente al secondo step, terminerà quando tutte le larve avranno raggiunto dimensioni prossime all'impupamento. Da previsione (vedi tempogramma) questa fase avrebbe dovuto concludersi a giugno 2023, ma vista l'elevata deposizione degli adulti anche dopo la quarta settimana, al fine di massimizzare la produzione e per motivi di studio, abbiamo deciso di aumentare il tempo di deposizione facendo slittare la data di fine primo step ad agosto 2023.

Nel frattempo, come suddetto, fra circa 10 giorni partirà la seconda fase che per motivi di spazio riteniamo necessario svolgere al polo di frigoconservazione CESAC di Argenta (Figura 1b). In via previsionale, se le condizioni ambientali della cella e di allevamento saranno ottimali, si potranno generare presumibilmente  $8.500 \pm 945$  kg di larve totali alla fine del secondo step di allevamento ovvero a partire da novembre 2023. Nella seconda fase di allevamento il 95% delle larve potrà essere venduto mentre il restante dovrà essere utilizzato per ripopolare

l'allevamento e mantenere il medesimo regime di produzione. Ovviamente se la produzione vorrà essere ulteriormente ampliata la quota di insetti destinati a nursery dovrà essere maggiore.

Attualmente tutte le operazioni vengono svolte manualmente principalmente mediante l'utilizzo di setacci per separare gli insetti dal substrato. Anche l'alimentazione umida, che viene distribuita due volte a settimana, viene somministrata manualmente, un tritatore ci consente di sminuzzare più rapidamente il prodotto e renderlo omogeneo per la distribuzione (Figura 1c).

Abbiamo valutato le tempistiche di lavoro e i costi della razione utilizzando queste attrezzature, la valutazione è stata fatta sia per il primo step che per il secondo (Tabella 1)



Figura 1 – a) Stato allevamento al 17/04/2023. b) Carote somministrate due volte a settimana. c) Larve in fase di impupamento presenti nelle prime cassette "ovideposte".

Per il primo step si prevede di utilizzare 742,5 kg di substrato *benchmark* (crusca 95% + lievito 5%) e 729 kg di alimento umido (carote). Ipotizzando un costo della crusca e lievito di 250 €/ton e costo delle carote 450 €/ton, si prevede una spesa di 186 € per il substrato (crusca e lievito) e 328 € per alimento umido. Il costo totale della razione per Kg di insetti prodotti è di 2,1 €.

È stato valutato anche lo spazio occupato dalle cassette 60x40 cm impilate in colonne di 15, che man mano andrà aumentando fino a raggiungere la massima espansione relativa al primo ciclo pari a 8,25m<sup>2</sup> (sole cassette senza considerare spazi per l'operatore, macchinari ecc.).

Abbiamo dettagliato il tempo necessario per le varie fasi di allevamento e valutato un tempo di 33 minuti per la gestione di una cassetta in questa fase di allevamento. Considerando un costo manodopera di 25 €/h abbiamo ipotizzato che per ogni cassetta il costo di gestione con la strumentazione ad oggi a disposizione sia di 14 € per

cassetta. Sommando il costo gestione cassetta al costo substrato cassetta, la spesa risultante è di 15 € a cassetta. Il numero di persone necessarie per la gestione da ora a fine agosto per la sola prima fase di allevamento è 1,64 persone full time. Si ricorda che la prima parte della seconda fase si svolgerà in concomitanza della prima fase (vedi tempogramma).

Per il secondo ciclo di allevamento i dati proposti hanno un grado di incertezza maggiore perché largamente dipendenti dal primo ciclo e da fattori ambientali dovuti allo spostamento della produzione in cella di refrigerazione. Ad ogni modo si ipotizza di avere a fine secondo ciclo un quantitativo di  $5.672 \pm 630$  cassette con una produzione di  $8.508 \pm 945$  kg di larve adulte. Il consumo di substrato previsto per tutta la durata della seconda fase è di 25.523 kg di substrato e 15.428 kg di alimento umido. Se utilizziamo razione alimentare *benchmark* come quella usata nella prima fase i costi ammonteranno a 6.360 € per il substrato e 6.942 € di alimento umido, costo 1,57€/kg di larve prodotto (costo stimato minore rispetto alla prima fase perché si acquisterebbero quantitativi più elevati). Stiamo ultimando alcune prove, che verranno confermate anche dal CREA sull'utilizzo di sottoprodotti che potrebbero fare ridurre la spesa a 3.062 € per il substrato e 1.234 € per alimento umido, costo 0,51 €/Kg di larve. Le prove con queste razioni devono ancora essere concluse e validate.

Lo spazio occupato dalle cassette impilate in colonne di 15, che man mano andrà aumentando durante la seconda fase, raggiungerà la massima espansione a novembre 2023 e sarà pari a 95m<sup>2</sup> (sole cassette senza considerare spazi per l'operatore, macchinari ecc.).

Il 5% delle cassette utilizzate per la fase di ripopolamento dell'allevamento necessiterà di un tempo di gestione pari a quello sopra indicato ovvero di 33min, mentre per le cassette le cui larve saranno destinate alla vendita il tempo di gestione per cassetta in tutta la sua seconda fase è pari a 16min. Il costo manodopera medio stimato a 25€/h in una fase nella quale solo un 5% dell'allevamento viene destinato a Nursery è pari a 7,27 € a cassetta e che rappresenta un 4,84 €/kg di larve, che per il numero di cassette previsto si traduce in 39.245 € di costo manodopera per gestire tutto il secondo ciclo e mantenere la produzione costante nel tempo, le ore totali di lavoro necessarie sono circa 1.600. A pieno regime durante il secondo ciclo saranno necessarie 3,4 persone full time. Potranno essere inserite man mano che l'allevamento si ingrandisce, ovviamente si potrà ridurre il personale necessario se verranno inseriti sistemi di automazione. L'ipotesi potrebbe essere quella di inserire una risorsa a maggio, una ulteriore a luglio/agosto e una a settembre.

Il costo complessivo è stato stimato sia utilizzando alimentazione *benchmark* sia utilizzando razione composta da sottoprodotti, per quest'ultima ricordiamo che sono ancora in fase di test di valutazione le curve di crescita e la produttività. Il costo manodopera stimato in questa seconda fase utilizzando alimentazione *benchmark* è risultato di 6,41 €/kg di larve prodotte, utilizzando razione con sottoprodotti il costo manodopera e razione è di 5,35 €/Kg di larve prodotte. L'incidenza del costo della razione sul costo totale è del 24,5% utilizzando razione *benchmark* e del 8% utilizzando sottoprodotti, il costo della manodopera risulta la parte più consistente, l'automazione dei processi può consentirci ampi margini di miglioramento.

| I° STEP ALLEVAMENTO |                                                     |                             |                                            |              |                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------------|-----------------------|
|                     | Colonna1                                            | Unità                       | Valore unitario                            | Per cassetta | Totale x 165 cassette |
| Costi alimento      | Previsione n° Cass. TOT fine I° ciclo               | n° cassette                 |                                            |              | 165                   |
|                     | KG larve fine I ciclo AGOSTO 23                     | Kg larve                    | 1,5 kg cassetta                            |              | 247,5                 |
|                     | Consumo previsto substrato                          | Kg                          | 3 Kg substrato/ 1 kg di insetti            |              | 742,5                 |
|                     | Consumo previsto verdura                            | Kg                          | 0,340 Kg per settimana                     |              | 729                   |
|                     | n° Casette 05,KG larve AGOSTO 23                    | n° cassette da 0,5 kg larve |                                            |              | 495                   |
|                     | Costo totale razione substrato (crusaca+lievito)    | €                           | 250€ / ton                                 |              | 185,63 €              |
|                     | Costo totale razione umida (carote)                 | €                           | 450€ / ton                                 |              | 328,19 €              |
|                     | Costo totale razione                                | €/Kg                        | € kg di insetti                            | 2,08 €       |                       |
| Spazio necessario   | Metri quadri equivalenti AGOSTO                     | m²                          | 4 cassette/m²                              |              | 124                   |
|                     | Metri quadri necessari x pile di 15 cassette AGOSTO | m²                          | 60 cassette/m²                             |              | 8,25                  |
|                     | Metri cubi necessari x pile di 9 cassette AGOSTO    | m³                          | 36 cassette/m²                             |              | 13,75                 |
| Costi manodopera    | 1- Tempo per somministrazione verdura               | minuti e ore                | 40 secondi/cassetta (2 volt settx 13 sett) | 17,42        | 143,72                |
|                     | 2- Tempo per rimozione frass                        | ore                         | 3 minuti/cassetta (2 volte per ciclo)      | 6,00         | 49,50                 |
|                     | 3- Tempo rimozione Larva                            | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo)      | 5,00         | 41,25                 |
|                     | 4- Prelievo adulti                                  | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo)      | 5,00         | 41,25                 |
|                     | Ore totali cassetta                                 | ore                         | Min                                        | 33,42        |                       |
|                     | Costo manodopera                                    | €                           | 25€/h                                      | 13,93 €      | 6.892,88 €            |
|                     | Costo complessivo €/kg produzione                   | €/kg                        |                                            | 14,96 €      |                       |
|                     | N. persone necessarie full time                     |                             |                                            | 1,64         |                       |



| II° STEP ALLEVAMENTO |                                                       |                             |                                       |              |                         |                               |
|----------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------------|
|                      | Colonna1                                              | Unità                       | Valore unitario                       | Per cassetta | Totale x 5.672 cassette | Ipotesi razioni sottoprodotti |
| Costi alimento       | Previsione n° Cass. TOT fine II° ciclo                | n° cassette                 |                                       |              | 5.672                   |                               |
|                      | KG larve fine I ciclo Novembre 23                     | Kg larve                    | 1,5 kg cassetta                       |              | 8.508                   |                               |
|                      | Consumo previsto substrato                            | Kg                          | 3 Kg substrato/ 1 kg di insetti       |              | 25.523                  |                               |
|                      | Consumo previsto verdura                              | Kg                          | 0,340 Kg per settimana                |              | 15.428                  |                               |
|                      | n° Casette 05,KG larve Novembre 23                    | n° cassette da 0,5 kg larve |                                       |              | 213                     |                               |
|                      | Costo totale razione                                  | €                           | 250€ / ton -120€/ton                  |              | 6.380,86 €              | 3.062,81 €                    |
|                      | Costo totale razione umida (Trebbie esauste)          | €                           | 450€ / ton - 80€/ton                  |              | 6.942,38 €              | 1.234,20 €                    |
|                      | Costo totale produzione                               | €/Kg                        |                                       | 1,57 €       |                         | 0,51 €                        |
| Spazio necessario    | Metri quadri equivalenti Novembre                     | m²                          | 4 cassette/m²                         |              | 1.418                   |                               |
|                      | Metri quadri necessari x pile di 15 cassette Novembre | m²                          | 60 cassette/m²                        |              | 95                      |                               |
|                      | Metri cubi necessari x pile di 9 cassette Novembre    | m³                          | 36 cassette/m²                        |              | 158                     |                               |
| Costi manodopera     | 1- Tempo per somministrazione verdura                 | ore                         | 40 sec/cassetta (1 volt settx 8 sett) | 5,36         | 1.013                   |                               |
|                      | 2- Tempo per rimozione frass                          | ore                         | 3 minuti/cassetta (2 volte per ciclo) | 6,00         | 567                     |                               |
|                      | 3- Tempo rimozione Larva/pupe                         | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo) | 5,00         | 473                     |                               |
|                      | 4- Prelievo adulti                                    | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo) | 0,250        | 24                      |                               |
|                      | Ore totali cassetta                                   | ore                         | Min                                   | 16,61        | 1.570                   |                               |
|                      | Ore totali Nursery                                    | ore                         | 5% delle cassette                     | 0,83         | 79                      |                               |
|                      | Costo manodopera € cassetta                           | € cassetta da 1,5 kg        | 25€/h                                 | 7,27 €       | 39.254,10 €             |                               |
|                      | Costo manodopera €/kg                                 | €/kg                        | 25€/h                                 | 4,84 €       |                         |                               |
|                      | Costo complessivo €/kg produzione                     | €/kg                        |                                       | 6,41 €       | 52.577,34 €             |                               |
|                      | Totale costo razione Biological                       |                             |                                       | 5,35 €       | 43.629,62 €             |                               |
|                      | Totale conto                                          |                             |                                       |              |                         |                               |
|                      | N. persone necessarie full time                       |                             |                                       | 3,435        |                         |                               |

Tabella 1 – Previsione produzione, costi razione alimentare, m² di spazio necessario, tempistiche di lavorazione e costi manodopera.



**Adeguamento tecnico cella Polo CESAC:** per gestire correttamente il secondo step di allevamento, a maggio ci sarà l'avvio di deposizione delle prime cassette messe in produzione a febbraio. Le cassette che hanno terminato il periodo di ingrasso passano automaticamente alla fase riproduttiva, dando così il via al secondo step di allevamento che porterà ad ottenere circa 5.600 cassette. Visti gli spazi contenuti, dovremmo quindi avviare il processo di adeguamento di una cella presso il polo di Argenta. Visto lo stato temporaneo in questo step di allevamento, e vista la stagione calda in arrivo, riteniamo opportuno non fare delle compartimentazioni temporanee di una cella, ma scaldare completamente una cella di più piccole dimensioni.

In questo caso l'adeguamento è di facile attuazione e rimovibile a fine test. Comprende una serie di installazioni elettriche elencate in seguito (Figura 2). Per l'acquisto di queste apparecchiature, si prevede una spesa massima pari a 2.000 €. L'allestimento permetterà il controllo e la regolazione di una cella alle condizioni ottimali per la crescita larvale (25-28°C e 60-80%umidità).

Il costo delle attrezzature che si prevede di installare è il seguente:

- 600 € quadro elettrico con relè montaggio a parete;
- 460 € per n°2 riscaldatori industriali RS PRO, 9kW, Montaggio a pavimento | RS (rs-online.com);
- 130 € per n° 1 nebulizzatore Giardino da Esterno con Pompa silenziosa 24v e timer, Kit di nebulizzazione con filtro, Sistema di Raffreddamento for Patio, Sistema Irrigazione Giard (Size:30m/98.4fttube + 45 nozzles), i sistemi di ventilazione esistenti verranno utilizzati per nebulizzare.
- 201 € termostato ed umidostato Fantinicosmi:
  - L24EM2 listino 99,80 + iva;
  - L03BI2A listino 101,00 + iva;
- 500 € circa accessori cavi e installazione.

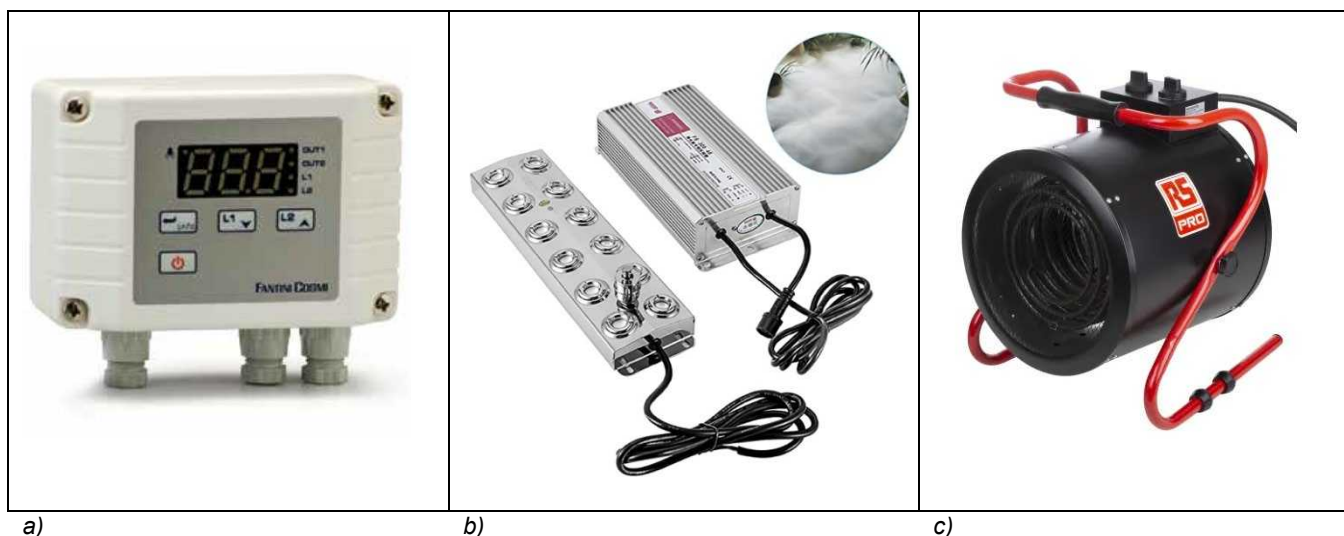
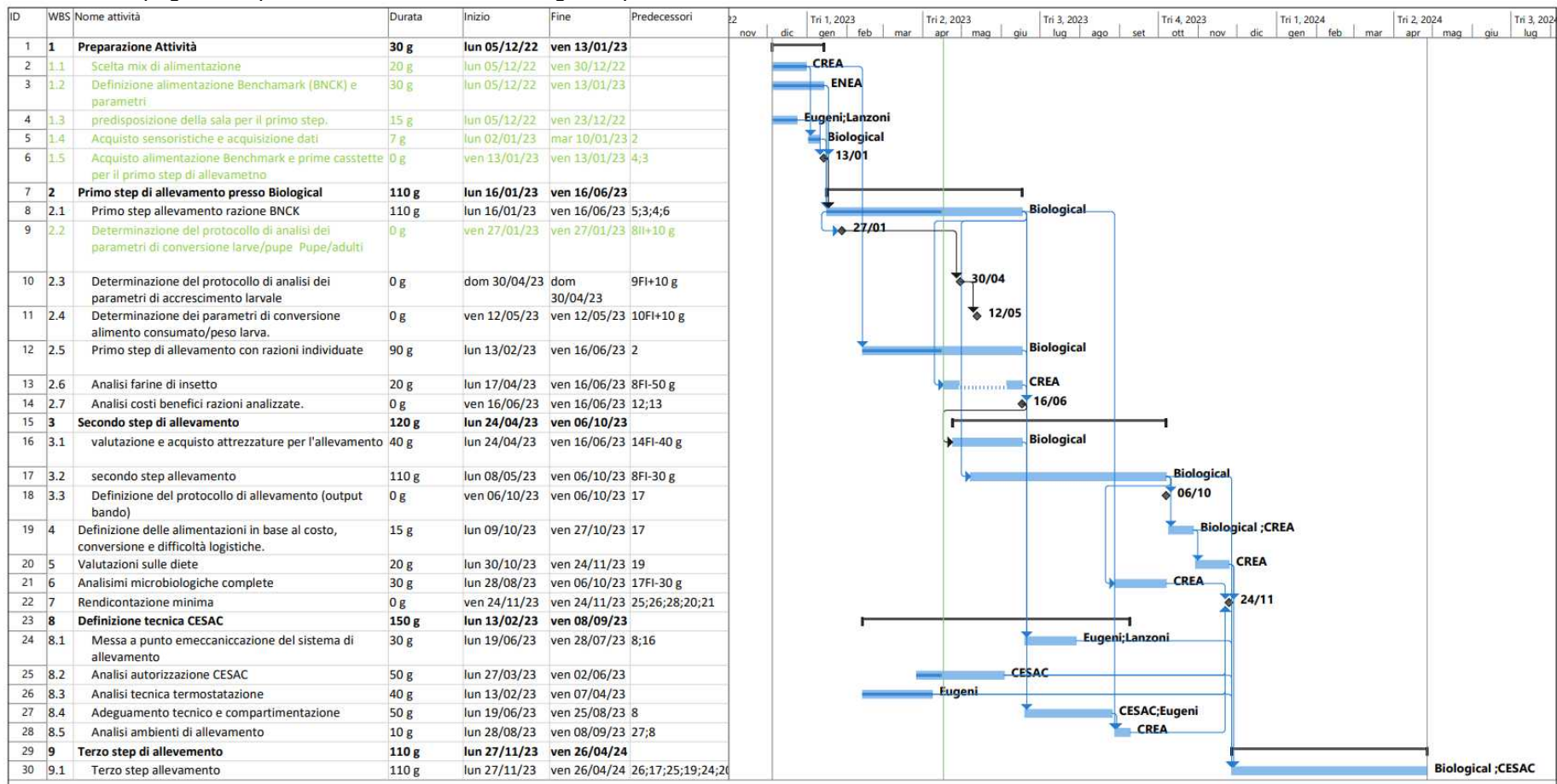


Figura 2 a) Termostato e umidostato con uscite relè e PID, b) Umidificatore a nebbia fredda. c) Riscaldatore industriale, montaggio a pavimento.

**CREA:** sulla base delle disponibilità continuativa di sottoprodotti e dei cartellini forniti, al Crea verrà fornita una razione da testare così composta: Panini (45%), crusca (50%), lievito di birra essiccato (5%). Verranno svolte delle prove di compatibilità dei singoli ingredienti e di accrescimento larvale. I risultati che verranno poi comparati con i nostri dati ricavati successivamente. Sono in corso delle analisi chimiche relativamente sia la frass prodotto che ai valori nutrizionali delle larve adulte per ora alimentate con razione *benchmark*, i risultati saranno visibili nel prossimo report.

## New Gantt Release

Il nuovo tempogramma prende in considerazione i seguenti punti



## APPENDICE A

**Attività completate (100%)**

[illegible]

## APPENDIX C

### Documenti rilevanti:

Inserire i link. Iper testuali divisi per tipologia da One drive

[Riscaldatore industriale RS PRO, 9kW, Montaggio a pavimento | RS \(rs-online.com\)](#)

[Aomdom Mist Maker Fogger, 12 Teste Nebulizzatore Ultrasonico 8.4L/H Umidificatore Fogger per Fontana Foggy  
Piante da Giardino Stagno Rockery : Amazon.it: Giardino e giardinaggio](#)

[LDH290 - sensore di umidità dell'aria - ifm](#)

**SEDE LEGALE**

Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma

**T** +39 06 47836.1

**C.F.** 97231970589 **P.I.** 08183101008

## Report Task 2.2 - "Captive Insects"

campionamenti in allevamento sperimentale per la comparazione delle diete

Nell'ambito del task 2.2 sono state testate tre diverse diete analizzando la composizione chimica e la contaminazione microbiologica delle larve ottenute. È stata inoltre determinata la qualità microbiologica del substrato residuo di ogni dieta.

Le tre diete sono state somministrate alle larve sin dalla schiusa delle uova; i dati relativi a contaminazione microbiologica e composizione chimica sono stati registrati per poter comparare in maniera più completa le tre diete.

### Diete testate

Benchmark : 95% crusca, 5% lievito

Trebbie : trebbie di birra

Razione 3 : 45% pane secco triturato, 5% lievito, 50% crusca

| dieta     | proteine<br>%s.s. | grassi %s.s. | estrattivi<br>inazotati<br>%s.s. | ceneri %s.s. | fibre %s.s. | Umidità<br>%t.q. |
|-----------|-------------------|--------------|----------------------------------|--------------|-------------|------------------|
| benchmark | 15,3              | 2,8          | 70,7                             | 6,0          | 5,2         | 7,8              |
| trebbie   | 25,4              | 11,9         | 39,3                             | 4,5          | 18,9        | 75,6             |
| razione 3 | 15,4              | 4,6          | 71,4                             | 4,2          | 4,4         | 17,8             |

Tabella 1. Composizione delle tre diete testate.

Per valutare l'influenza delle diete sulla composizione della flora microbica, sia le larve che il substrato residuo sono stati campionati per quantificare alcune classi di microrganismi usati come indicatori. Nello specifico sono stati quantificati i mesofili, gli enterobatteri, i lieviti, le muffe e il *Bacillus cereus* presunto. Nella dicitura *Bacillus cereus* presunto, oltre alla specie *Bacillus cereus*



*sensu stricto* sono incluse le specie ad esso strettamente correlate, come *B. thurigiensis* e *B. weheinstephanensi*, che il metodo analitico non riesce a distinguere.

Le cariche microbiche sono state espresse in CFU/g e successivamente trasformate come  $\log(\text{CFU/g})$  per essere facilmente comparabili.

I campioni sono stati prelevati dall'allevamento sperimentale di Biological Care, campionando larve a tre mesi di età e il relativo substrato residuo con tre prelievi eseguiti a distanza di una settimana l'uno dall'altro, per valutare anche l'eventuale variabilità tra lotti.

### Contaminazione del substrato residuo

Il substrato residuo nelle tre diverse prove era costituito prevalentemente da *frass*, ovvero dalle feci delle larve, segno che il substrato era stato interamente consumato. Nelle tabelle di seguito sono riportati i dati microbiologici dei diversi substrati residui.

| microrganismi                   | Dieta               |                     |                     |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                 | benchmark           | trebbie             | Razione 3           |
| <i>Bacillus cereus</i> presunto | 3,04 ( $\pm 0,42$ ) | 5,15 ( $\pm 1,26$ ) | 2,93 ( $\pm 0,89$ ) |
| Enterobatteri                   | 6,62 ( $\pm 0,33$ ) | 7,05 ( $\pm 0,1$ )  | 6,53 ( $\pm 0,13$ ) |
| Lieviti                         | 4,1 ( $\pm 0,96$ )  | 5,55 ( $\pm 0,64$ ) | 3,51 ( $\pm 0,97$ ) |
| Muffe                           | 4,71 ( $\pm 0,54$ ) | 6,48 ( $\pm 0,28$ ) | 4,7 ( $\pm 0,46$ )  |
| Mesofili a 30°C                 | 7,82 ( $\pm 0,22$ ) | 8,72 ( $\pm 0,38$ ) | 7,86 ( $\pm 0,12$ ) |

Tabella 2. Valori di contaminazione microbica medi del substrato residuo. Ogni valore è la media dei tre lotti campionati nelle tre diverse settimane, espresso come  $\log(\text{CFU/g})$ , con relativa deviazione standard.

| microrganismi                   | Week 1 – frass |         |           |
|---------------------------------|----------------|---------|-----------|
|                                 | benchmark      | trebbie | razione 3 |
| <i>Bacillus cereus</i> presunto | 3,6            | 6,79    | 3,28      |
| Enterobatteri                   | 6,41           | 6,92    | 6,36      |
| Lieviti                         | 2,78           | 4,65    | 2,6       |
| Muffe                           | 4              | 6,45    | 5,18      |
| Mesofili a 30°C                 | 7,76           | 9,26    | 7,72      |

Tabella 3. Valori di contaminazione microbica del substrato residuo relativi al primo campionamento (week 1), espressi come log(CFU/g).

| microrganismi                   | Week 2 – frass |         |           |
|---------------------------------|----------------|---------|-----------|
|                                 | benchmark      | trebbie | razione 3 |
| <i>Bacillus cereus</i> presunto | 2,9            | 4,91    | 3,79      |
| Enterobatteri                   | 7,08           | 7,04    | 6,54      |
| Lieviti                         | 5,04           | 6,11    | 3,08      |
| Muffe                           | 5,32           | 6,83    | 4,08      |
| Mesofili a 30°C                 | 8,11           | 8,51    | 8         |

Tabella 4. Valori di contaminazione microbica del substrato residuo relativi al secondo campionamento (week 2), espressi come log(CFU/g).

| microrganismi                   | Week 3 – frass |         |           |
|---------------------------------|----------------|---------|-----------|
|                                 | benchmark      | trebbie | razione 3 |
| <i>Bacillus cereus</i> presunto | 2,6            | 3,73    | 1,71      |
| Enterobatteri                   | 6,36           | 7,18    | 6,69      |
| Lieviti                         | 4,49           | 5,88    | 4,86      |
| Muffe                           | 4,81           | 6,15    | 4,86      |
| Mesofili a 30°C                 | 7,58           | 8,4     | 7,85      |

Tabella 5. Valori di contaminazione microbica del substrato residuo relativi al terzo campionamento (week 3), espressi come log(CFU/g).

Le cariche microbiche identificate nel substrato residuo risultano comparabili tra le tre diete per quanto riguarda i valori di enterobatteri e lieviti. Nel caso di *B. cereus* presunto si può notare una differenza tra la razione 3 e la razione benchmark (p-value <0.1). Le differenze con la dieta a base di trebbie non risultano invece significative.

La dieta a base di trebbie presenta invece valori significativamente più alti rispetto alle altre due per quanto riguarda la contaminazione di muffe (p-value <0.1) e di mesofili (p-value <0.05) (Figura 1).

La maggior quantità di muffe rilevata nella dieta a base di trebbie può essere dovuta all'iniziale elevata umidità delle trebbie ed al loro processo produttivo.

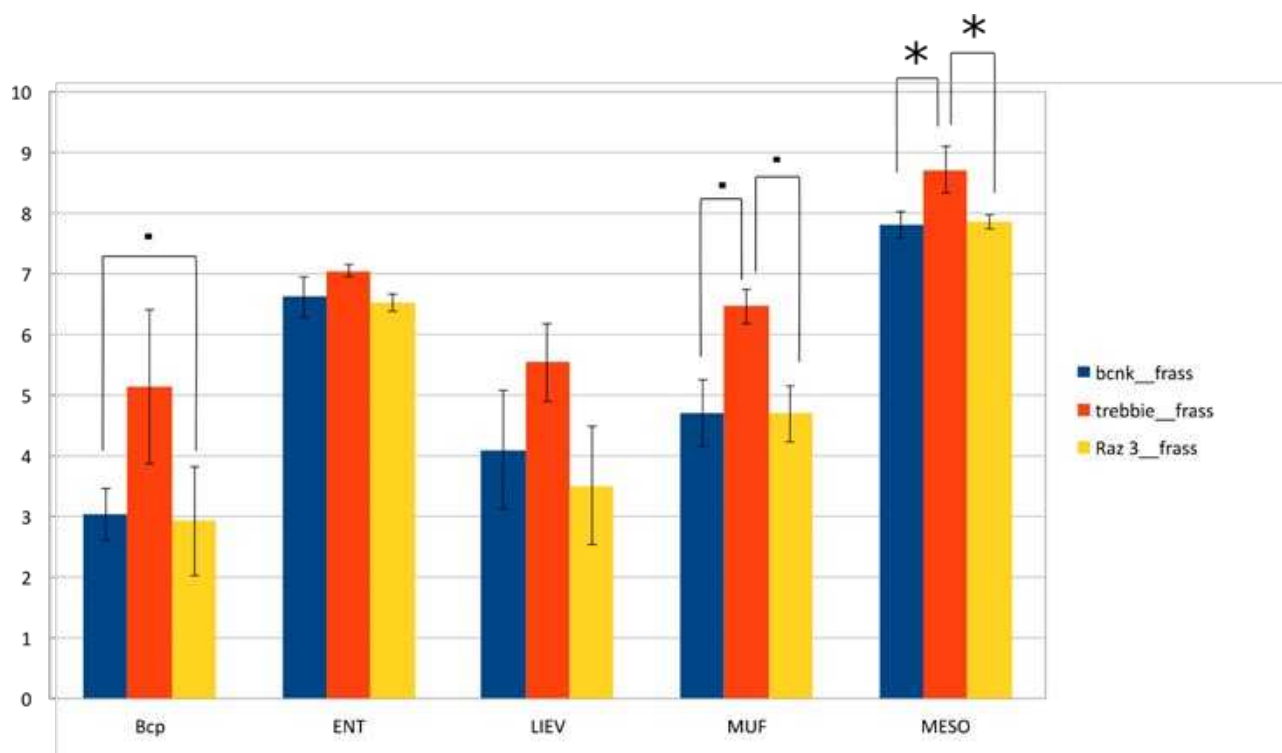


Figura 1. Nel grafico a barre sono riportati i valori medi delle tre settimane campionate con la relativa deviazione standard. Sono evidenziate le differenze statisticamente significative: "." p-value < 0.1, "\*" p-value < 0.05.

### Contaminazione delle larve

Le larve sono state campionate vive al terzo mese d'età e lasciate spurgare per 24h prima di essere analizzate.

| microrganismi                   | dieta               |                     |                     |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                 | benchmark           | trebbie             | Razione 3           |
| <i>Bacillus cereus</i> presunto | 2,2 ( $\pm 0,28$ )  | 4,19 ( $\pm 0,7$ )  | 3,14 ( $\pm 1,6$ )  |
| Enterobatteri                   | 7,71 ( $\pm 0,25$ ) | 7,73 ( $\pm 0,07$ ) | 7,39 ( $\pm 0,61$ ) |
| Lieviti                         | 3,4 ( $\pm 0,76$ )  | 5,07 ( $\pm 0,32$ ) | 2,64 ( $\pm 0,53$ ) |
| Muffe                           | 3,96 ( $\pm 0,56$ ) | 6,07 ( $\pm 0,19$ ) | 3,56 ( $\pm 1,31$ ) |
| Mesofili a 30°C                 | 8,18 ( $\pm 0,27$ ) | 8,4 ( $\pm 0,21$ )  | 8,13 ( $\pm 0,31$ ) |

Tabella 6. Valori di contaminazione microbica medi delle larve. Ogni valore è la media dei tre lotti campionati nelle tre diverse settimane, espresso come log(CFU/g), con relativa deviazione standard.

| microrganismi                   | Week 1 – larve |         |           |
|---------------------------------|----------------|---------|-----------|
|                                 | benchmark      | trebbie | Razione 3 |
| <i>Bacillus cereus</i> presunto | 2              | 5,18    | 5,4       |
| Enterobatteri                   | 7,89           | 7,63    | 8,2       |
| Lieviti                         | 2,7            | 4,63    | 2         |
| Muffe                           | 4,71           | 6,18    | 5,18      |
| Mesofili a 30°C                 | 7,89           | 8,69    | 8,54      |

Tabella 7. Valori di contaminazione microbica delle larve relativi al primo campionamento (week 1), espressi come log(CFU/g).

| microorganismi                  | Week 2 – larve |         |           |
|---------------------------------|----------------|---------|-----------|
|                                 | benchmark      | trebbie | Razione 3 |
| <i>Bacillus cereus</i> presunto | 2              | 3,74    | 2         |
| Enterobatteri                   | 7,36           | 7,79    | 6,73      |
| Lieviti                         | 3,04           | 5,4     | 2,6       |
| Muffe                           | 3,8            | 6,23    | 3,53      |
| Mesofili a 30°C                 | 8,11           | 8,34    | 7,81      |

Tabella 8. Valori di contaminazione microbica delle larve relativi al secondo campionamento (week 2), espressi come log(CFU/g).

| microorganismi                  | Week 3 – larve |         |           |
|---------------------------------|----------------|---------|-----------|
|                                 | benchmark      | trebbie | Razione 3 |
| <i>Bacillus cereus</i> presunto | 2,6            | 3,65    | 2         |
| Enterobatteri                   | 7,88           | 7,76    | 7,23      |
| Lieviti                         | 4,46           | 5,18    | 3,3       |
| Muffe                           | 3,36           | 5,81    | 1,96      |
| Mesofili a 30°C                 | 8,54           | 8,18    | 8,04      |

Tabella 9. Valori di contaminazione microbica delle larve relativi al terzo campionamento (week 3), espressi come log(CFU/g).

Anche nelle larve si può osservare come le cariche delle muffe siano più alte nelle larve cresciute sulle trebbie (p-value <0.1 tra benchmark e trebbie e p-value <0.05 tra trebbie e razione 3). Inoltre, anche le cariche dei lieviti risultano più elevate per le larve cresciute su trebbie (p-value <0.1). I valori sono invece comparabili tra le tre diete per mesofili, enterobatteri e *B. cereus* presunto (Figura 2).

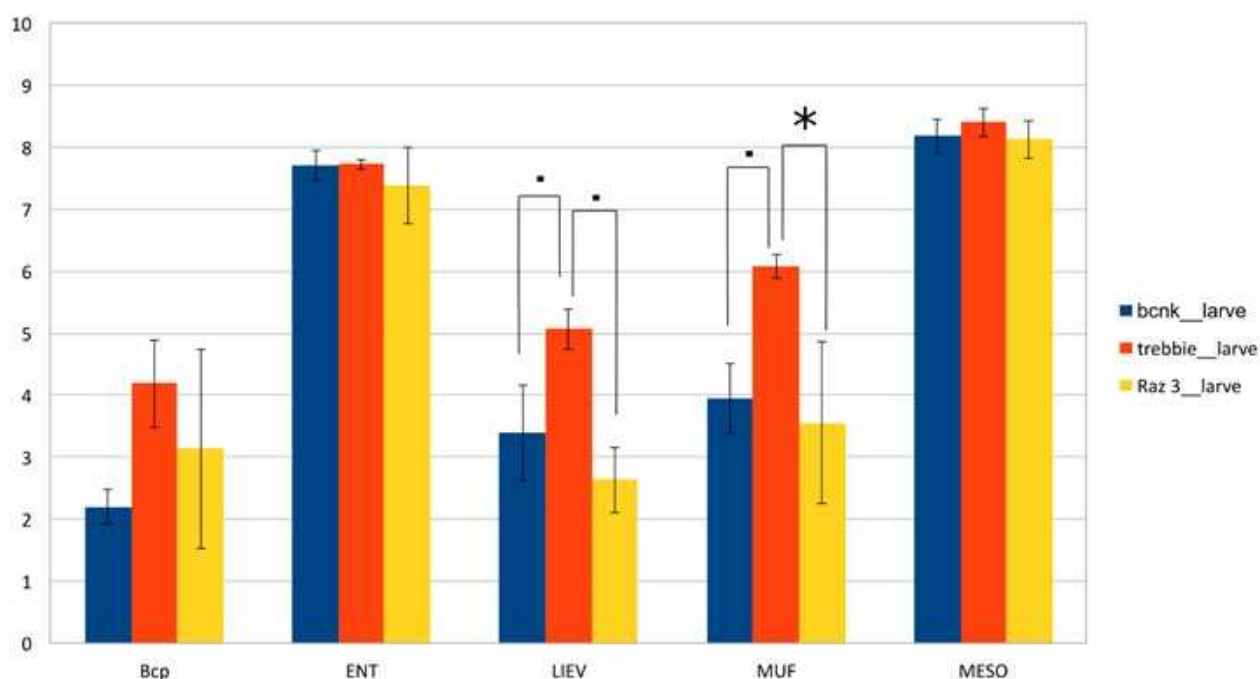


Figura 2. Nel grafico a barre sono riportati i valori medi delle tre settimane campionate con la relativa deviazione standard. Sono evidenziate le differenze statisticamente significative: “.” p-value < 0.1, “\*” p-value < 0.05.

### Correlazione tra contaminazione delle larve e substrato residuo

In generale si osserva una buona correlazione (Pearson = 0.90) tra le cariche microbiche rilevate nel substrato residuo e le cariche microbiche delle larve corrispondenti (figura 3). Questo può essere dovuto all'elevata quantità di feci presenti nel substrato residuo che inevitabilmente riflettono la composizione microbica intestinale delle larve e non più quella del substrato utilizzato. La composizione della flora batterica verrà ulteriormente caratterizzata nella dieta scelta come ottimale per l'allevamento.

Comparando le cariche nelle larve e nei rispettivi substrati si può anche notare che *B. cereus* presunto, lieviti e muffe sono solitamente più alti nel substrato residuo. Un trend opposto si nota invece per mesofili ed enterobatteri che risultano più alti nelle larve.



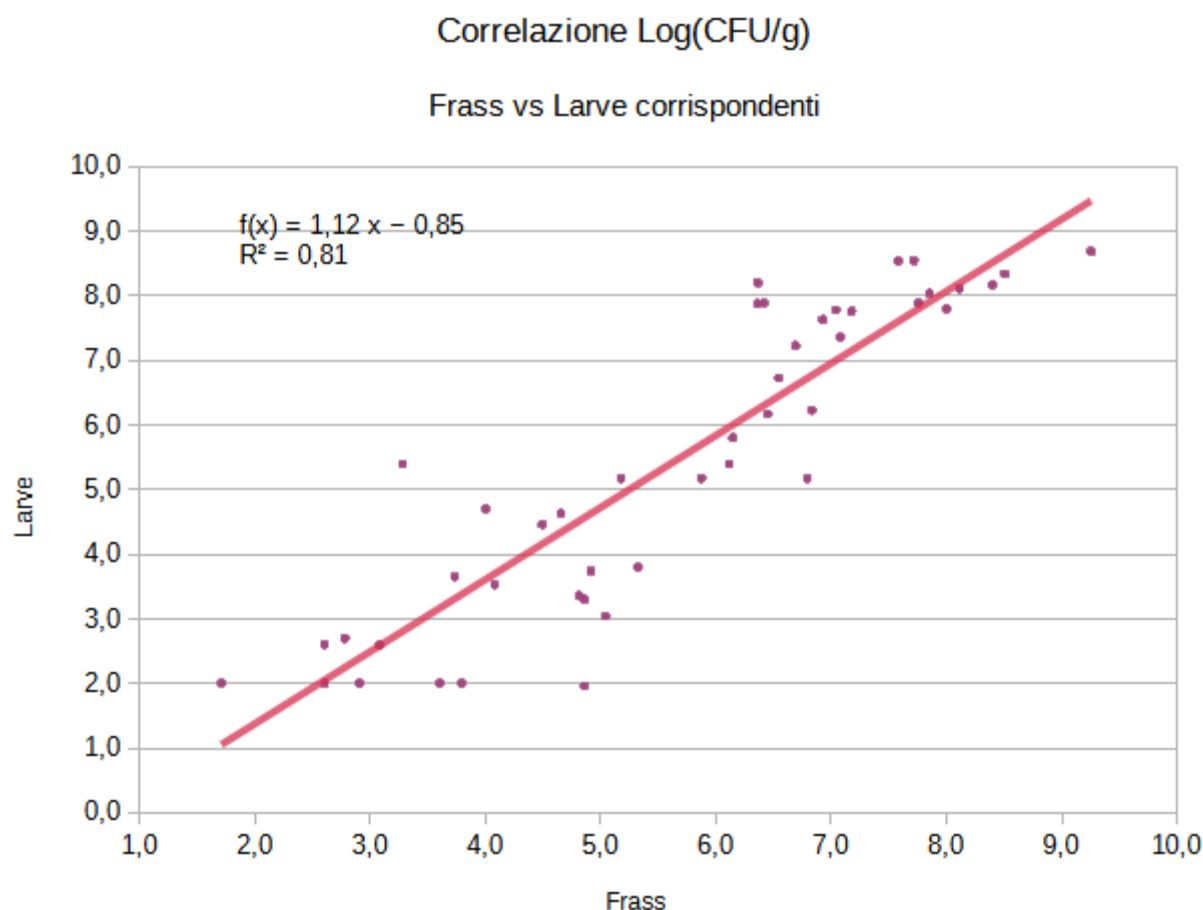


Figura 3. correlazione tra le cariche microbiche delle larve e dei corrispondenti substrati residui.

### Analisi composizionale

Le larve cresciute sulle tre diete sono state analizzate per determinarne la composizione in termini di proteine, grassi, umidità, ceneri e fibre. Tutti i dati sono riportati nella tabella 3 e nella figura 4.

Utilizzando il dato dell'umidità tutti gli altri valori sono stati corretti in modo da essere espressi in percentuale sul peso secco. Il laboratorio nella stima delle proteine ha utilizzato un fattore di conversione di 6,25. Tuttavia, il fattore di conversione più corretto per *Tenebrio molitor* sarebbe di 4,76 come suggerito in letteratura (Janssen et al., 2017): i valori potrebbero quindi dover essere corretti al ribasso.

La prima cosa che si può notare è la variabilità dei valori ottenuti nelle diverse settimane, in particolare per quanto riguarda l'umidità nella dieta benchmark e nella razione 3. Nella razione 3 si segnala un'elevata deviazione standard tra le tre settimane in particolare per i valori dei grassi, che oscillano tra il 10 e il 22% e le proteine, che oscillano tra il 51 e il 79%. Queste grosse variazioni potrebbero essere dovute alla non uniformità della composizione del pane, che costituiva il 45% della razione 3. L'unica differenza significativa dal punto di vista statistico è quella nel contenuto di grassi che risulta più elevato nelle larve alimentate con razione 3 rispetto a quelle alimentate su trebbie.

Le variazioni osservate nell'umidità potrebbero invece essere dovute a variazioni ambientali all'interno dell'allevamento sperimentale e non risultano significative.

| <b>Benchmark</b> |        |        |        |       |          |
|------------------|--------|--------|--------|-------|----------|
| componente       | week 1 | week 2 | week 3 | media | dev. St. |
| fibra            | 13,01  | 12,08  | 11,61  | 12,23 | 0,58     |
| proteine         | 67,55  | 77,15  | 75,98  | 73,56 | 4,28     |
| grassi totali    | 10,63  | 10,14  | 8,79   | 9,85  | 0,78     |
| umidità          | 73,10  | 79,30  | 77,60  | 76,67 | 2,62     |
| ceneri           | 5,13   | 6,81   | 6,43   | 6,12  | 0,72     |

Tabella 10. Composizione delle larve allevate su dieta benchmark. Tutti i dati sono espressi come percentuale del peso secco ad eccezione dell'umidità.

| <b>Trebbie</b> |        |        |        |       |          |
|----------------|--------|--------|--------|-------|----------|
| componente     | week 1 | week 2 | week 3 | media | dev. St. |
| fibra          | 11,71  | 12,62  | 9,42   | 11,25 | 1,35     |
| proteine       | 71,76  | 75,23  | 72,38  | 73,12 | 1,51     |
| grassi totali  | 3,51   | 9,86   | 8,52   | 7,30  | 2,73     |
| umidità        | 77,80  | 78,60  | 77,70  | 78,03 | 0,40     |
| ceneri         | 6,08   | 6,17   | 5,74   | 6,00  | 0,19     |

Tabella 11. Composizione delle larve allevate su trebbie. Tutti i dati sono espressi come percentuale del peso secco ad eccezione dell'umidità.

| Razione 3     |        |        |        |       |          |
|---------------|--------|--------|--------|-------|----------|
| componente    | week 1 | week 2 | week 3 | media | dev. St. |
| fibra         | 14,92  | 12,00  | 9,18   | 12,03 | 2,34     |
| proteine      | 51,75  | 66,72  | 79,81  | 66,09 | 11,46    |
| grassi totali | 22,46  | 14,96  | 10,72  | 16,05 | 4,85     |
| umidità       | 61,80  | 75,00  | 79,30  | 72,03 | 7,45     |
| ceneri        | 3,48   | 5,40   | 6,91   | 5,26  | 1,40     |

Tabella 12. Composizione delle larve allevate su razione 3. Tutti i dati sono espressi come percentuale del peso secco ad eccezione dell'umidità.

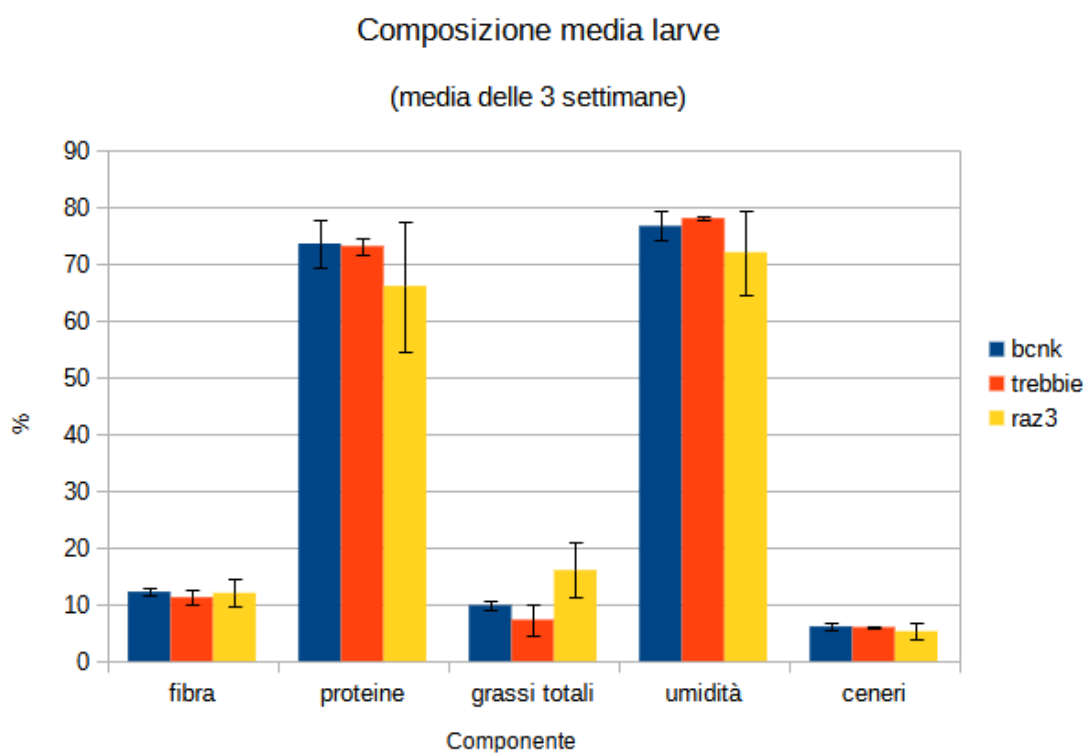


Figura 4. Composizione delle larve, media delle tre settimane di campionamento con relativa deviazione standard.

### Performance di allevamento

Gli insetti cresciuti sulle tre diete testate sono poi stati valutati anche sulla base delle performance di allevamento andando a rilevare i pesi complessivi della loro biomassa, il peso dell'alimento fornito e, soprattutto, la capacità di conversione del substrato alimentare in massa corporea (calcolata come il rapporto tra la quantità di alimento fornito in Kg ed il peso dell'insetto – sempre in Kg – da cui si capisce come ad un indice più basso corrisponda una migliore efficienza nutrizionale; Tabella 13).

| TESI      | Valori medi a 3 mesi |                |             |
|-----------|----------------------|----------------|-------------|
|           | Peso alimento (Kg)   | Peso larve (g) | Conversione |
| Controllo | 4,007                | 1238,667       | 3,235       |
| Trebbie   | 4,454                | 1120,000       | 3,976       |
| Razione 3 | 4,488                | 1862,000       | 2,410       |

Tabella 13. Dati a tre mesi sulla quantità di alimento fornito, il peso di larve prodotte e la relativa efficienza di conversione in base al substrato alimentare. I numeri riportati rappresentano i valori medi di quattro repliche.

I valori riportati in Tabella 13 sono stati rilevati ad una distanza di tempo pari a tre mesi ed evidenziano come la Razione 3 abbia una resa di conversione migliore rispetto alle altre tesi prese in esame. Il controllo ha evidenziato una resa di conversione intermedia mentre l'alimentazione basata su trebbie ha dato l'indice di conversione peggiore (valore numericamente più elevato): questo vuol dire che per ottenere la stessa quantità in Kg di insetti servono quantitativi maggiori di alimento.

### Punti critici dell'attività di allevamento

Sono state riscontrate diverse problematiche durante l'avvio dell'allevamento.

Il primo problema è stato la presenza di umidità in alcune cassette. Questa era dovuta ad un insufficiente ricircolo dell'aria che se non opportunamente dimensionato alla biomassa in allevamento può causare condensa sulle pareti delle cassette con il relativo rischio microbiologico associato ad acqua libera. Durante la sperimentazione si sono individuati i parametri ottimali per garantire il mantenimento di temperature adeguate e al contempo un buon ricircolo d'aria che eviti la formazione di condensa.

Un altro punto critico è risultato essere la presenza di altri insetti nell'allevamento, in particolare *Plodia interpunctella* e *Tribolium spp*, probabilmente provenienti dall'esterno o dalla crusca utilizzata.

La presenza di *P. interpunctella* rappresenta un rischio perché oltre a competere per il substrato e rappresentare una fonte di contaminazione microbica, complica la fase di separazione delle larve di *T. molitor* dalla crusca. A causa delle ragnatele prodotte dalle sue larve, la crusca forma degli agglomerati, rischiando che una parte della crusca stessa o di larve di *P. interpunctella* venga processata con le larve di *T. molitor*, inquinando il prodotto finito.

Nel caso di contaminazione derivante dall'ambiente esterno, un opportuno isolamento dell'ambiente di allevamento o l'utilizzo di trappole può prevenire il problema. Una piccola stanza che separi l'allevamento dall'esterno potrebbe aiutare a filtrare eventuali insetti infestanti, come anche la presenza di una leggera pressione positiva all'interno dell'allevamento. Qualora si trovino insetti nell'allevamento le cassette con presenza di *P. interpunctella* o altri infestanti, come *Tribolium spp* vanno isolate o scartate appena le si identifica.

Anche la dieta stessa può contenere insetti nel caso in cui i substrati fossero originariamente infestati. Mentre è improbabile che il pane sottoposto a cottura possa contenere uova di insetti vitali, la crusca stoccata potrebbe essere la probabile fonte di contaminazione, per questo andrebbe periodicamente controllata prima della preparazione della dieta.

Infine, la dieta stessa, una volta preparata andrebbe stoccata in ambienti separati dall'allevamento e possibilmente a temperature più basse.

Eventuale macinatura della dieta o della crusca potrebbe evitare eliminare eventuali insetti presenti ma risulterebbe economicamente poco fattibile.

Occasionalmente si sono anche osservati fenomeni di mortalità delle pupe destinate alla riproduzione, probabilmente dovuti a batteriosi non meglio identificate.

#### Punti critici legati al rischio microbiologico e misure preventive per mitigarlo

La presenza di microrganismi è fisiologica in qualsiasi allevamento ed è normale che *T. molitor*, come tutti gli esseri viventi possieda un suo microbioma, non necessariamente dannoso per l'uomo. Tuttavia, negli allevamenti, date le alte densità e data la modalità di allevamento che prevede un parziale accumulo delle feci (*frass*) nelle cassette di allevamento, c'è la possibilità che i microrganismi pongano dei rischi per la salute dell'insetto e dell'operatore.

Questo può avvenire per la crescita di microrganismi potenzialmente dannosi che potrebbero essere naturalmente presenti negli insetti o introdotti accidentalmente nell'allevamento.

Le principali fonti di microrganismi estranei al microbioma del *T. molitor* potrebbero venire da:

### 1) **substrato contaminato**

Può succedere che i substrati utilizzati nella dieta, specie la crusca che a differenza del pane non è cotta, vengano colonizzati da microorganismi. Questo può avvenire a causa di scorrette condizioni di stoccaggio o a causa di infestazioni da parte di altri insetti.

La principale misura preventiva consiste nel testare periodicamente i substrati, a campione e nel corretto stoccaggio di substrati e diete in ambienti non troppo caldi o umidi e lontani da possibili insetti o altri animali. Analisi periodiche sui substrati utilizzati per la formulazione delle diete potrebbero aiutare ad identificare lotti contaminati.

### 2) **Attrezzature contaminate**

Le attrezzature usate in allevamento (setacci manuali e automatici, sessole, cassette, ecc.), entrando in contatto con tutte le larve di diversi batch, possono contaminarsi con diversi microorganismi e rappresentare una causa di cross-contaminazione, particolarmente pericolosa in caso di batteriosi o particolari patologie del *T. molitor* che potrebbero diffondersi molto velocemente.

L'unica misura preventiva sta nella sanificazione degli strumenti ogni qualvolta si passi da un batch all'altro di allevamento o almeno programmata periodicamente (una volta al giorno o una a settimana).

### 3) **Operatore**

L'operatore rappresenta sicuramente una fonte di contaminazione microbica, potendo rappresentare un rischio soprattutto per determinate classi di batteri come i coliformi.

In questo caso sia per tutelare gli animali che l'operatore si dovrebbe sempre lavare le mani prima di entrare in contatto con gli insetti o ancora meglio indossare dei guanti sterili.

Per la prevenzione dell'operatore si consiglia inoltre l'uso di mascherine e occhiali soprattutto durante le fasi di setacciatura in cui le polveri del substrato e le cuticole vengono disperse in aria. Un'ulteriore misura contenitiva atta a minimizzare la dispersione di eventuali microorganismi nocivi nell'ambiente e a tutelare l'operatore, consiste nell'utilizzo di cappe aspiranti durante la fase di setacciatura.

### 4) **altri animali**

L'entrata di insetti esterni all'allevamento oltre rendere difficoltosa la separazione delle larve dal substrato rappresenta anche un rischio microbiologico e sanitario.

Inoltre, qualora gli insetti indesiderati finissero assieme alle larve di *T. molitor*, si rischierebbe di inquinare il prodotto finale.



Altri animali che possono rappresentare un rischio microbiologico sono rappresentati da roditori la cui presenza andrebbe monitorata.

Le misure preventive sono rappresentate dal corretto isolamento dell'allevamento dall'ambiente esterno e dal posizionamento di trappole per catturare eventuali insetti indesiderati (es: *P. interpunctella*) e roditori. In caso si rilevi la presenza di altri insetti in determinate cassette si consiglia l'eliminazione del contenuto e la sanificazione della cassetta.

## 5) Frass

Il frass rappresenta lo scarto dell'allevamento, ed è composto dalle feci, le esuvie, ed eventuali larve morte. Si presenta come una polvere di diverse granulometrie facilmente disperdibile. Come osservato durante la sperimentazione, le cariche microbiche presenti nel frass sono correlate a quelle delle larve e solitamente sono più alte. Data la carica microbiologica e la facilità di dispersione nell'ambiente il frass rappresenta un rischio microbiologico, sia per le possibili cross-contaminazioni dei batch, sia per l'esposizione dell'operatore alle polveri che potrebbero essere inalate. Il frass può disperdersi in ambiente durante le operazioni di setacciatura e svuotamento delle cassette. Per questo si consiglia come misura preventiva, di effettuare queste operazioni in un ambiente separato dalla zona dell'allevamento che ospita gli insetti e possibilmente aspirando le polveri con una cappa, prevenendo anche il contatto delle polveri con naso, occhi e bocca dell'operatore.

Il frass secondo l'attuale normativa europea (EU regulations No. 2021/1925) può essere utilizzato come ammendante/fertilizzante previo trattamento termico che ne abbatta la carica microbica.

## Conclusioni

Le tre diete testate si differenziano sia per la carica microbiologica che per la composizione finale della larva. Le larve alimentate su razione 3 presentano un contenuto di grassi più elevato rispetto alle larve alimentate su trebbie. I contenuti proteici delle larve cresciute su razione 3 presentano inoltre un'elevata deviazione standard.

La contaminazione microbica delle larve cresciute su trebbie risulta significativamente più alta per lieviti e muffe. Anche i substrati residui ottenuti dalla dieta a base di trebbie risultano più contaminati mostrando cariche più elevate rispetto alle altre due diete per quanto riguarda mesofili e muffe.

La razione 3 mostra cariche microbiologiche comparabili alla dieta benchmark, sebbene per quanto riguarda la composizione questa sia caratterizzata da una certa variabilità nel tempo. La variabilità identificata nella composizione delle larve per la razione 3 potrebbe riflettere la variabilità della

relativa dieta e andrebbe considerata nel caso si opti per questa dieta come quella ottimale su cui basare l'allevamento.

Comparando le performance di allevamento risulta evidente che la razione 3 a parità di tempo consente di ottenere più biomassa larvale rispetto alla dieta a base di trebbie e a quella di controllo. Al contempo produce meno frass indicando un miglior utilizzo della dieta.

Laboratorio di Gelsibachicoltura di Padova  
Centro Agricoltura e Ambiente

## Task 3.2 Scenari di mercato del prodotto ottenuto per l'integrazione dei mangimi per l'alimentazione animale

### Sommario

|                                                                                                                    |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Task 3.2 Scenari di mercato del prodotto ottenuto per l'integrazione dei mangimi per l'alimentazione animale ..... | 1 |
| Descrizione attività .....                                                                                         | 1 |
| Secondo Step per analisi costi e BP di progetto .....                                                              | 2 |
| Costi step 1 .....                                                                                                 | 3 |
| Costi step 2 .....                                                                                                 | 3 |
| Conclusione .....                                                                                                  | 4 |

*Titolo del Progetto: Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo feed e food*

*Acronimo: Captive Insect*

*Data relazione: 20/05/2024*

*Beneficiario: CENTRO ECONOMICO SERVIZI AGRICOLI E CANTINA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA - CESAC SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA*

*Nome del file report: Captive Insect Task 3.2*

### Descrizione attività

**Biological Care:** tutti gli step di allevamento della prima fase sono stati conclusi, abbiamo un quadro completo dei processi di produzione, delle tempistiche necessarie per svolgere tali operazioni utilizzando la strumentazione ad oggi disponibile e dei costi sia della razione alimentare *benchmark* sia della razione con sottoprodotti.

Per la definizione dei costi e analisi del prezzo di mercato del prodotto insetto siamo in grado con la seconda fase di allevamento presso il polo del Cesac di individuare i veri costi di gestione

## Secondo Step per analisi costi e BP di progetto

Per il secondo ciclo di allevamento i dati proposti hanno un grado di incertezza maggiore perché largamente dipendenti dal primo ciclo e da fattori ambientali dovuti allo spostamento della produzione in cella di refrigerazione. Ad ogni modo si sono ricavate a fine secondo ciclo un quantitativo di 2000 cassette con una produzione di circa 3000 kg di larve adulte. Il consumo di substrato per tutta la durata della seconda fase è stato di 9000 kg di substrato e 5.000 kg di alimento umido. Utilizzando la razione alimentare *benchmark* come quella usata nella prima fase i costi ammontano a 3.000 € per il substrato e 2.500 € di alimento umido, costo 1,57€/kg di larve prodotto (costo stimato minore rispetto alla prima fase perché si acquisterebbero quantitativi più elevati).

Lo spazio occupato dalle cassette impilate in colonne di 15, che man mano è aumentato durante la seconda fase, ha raggiunto la massima espansione a novembre 2023 pari a 95m<sup>2</sup> (sole cassette senza considerare spazi per l'operatore, macchinari ecc.).

Il 5% delle cassette utilizzate per la fase di ripopolamento dell'allevamento ha necessitato di un tempo di gestione pari a quello sopra indicato ovvero di 33min, mentre per le cassette le cui larve saranno destinate alla vendita il tempo di gestione per cassetta in tutta la sua seconda fase è pari a 16min. Il costo manodopera medio stimato a 25€/h in una fase nella quale solo un 5% dell'allevamento viene destinato a Nursery è pari a 7,27 € a cassetta e che rappresenta un 4,84 €/kg di larve, che per il numero di cassette previsto si traduce in 39.245 € di costo manodopera per gestire tutto il secondo ciclo e mantenere la produzione costante nel tempo, le ore totali di lavoro necessarie sono circa 1.600. A pieno regime durante il secondo ciclo sono state necessarie 3,4 persone full time. Sono state inserite man mano che l'allevamento si è ingrandito, ovviamente si è potuto ridurre il personale in quota parte grazie ai vibrovagli e soluzioni tecniche adottate.

Il costo complessivo è stato stimato sia utilizzando alimentazione *benchmark* e sia utilizzando razione composta da sottoprodotti. Il costo manodopera stimato in questa seconda fase utilizzando alimentazione *benchmark* è risultato di 6,41 €/kg di larve prodotte, utilizzando razione con sottoprodotti il costo manodopera e razione è di 5,35 €/Kg di larve prodotte. L'incidenza del costo della razione sul costo totale è del 24,5% utilizzando razione *benchmark* e del 8% utilizzando sottoprodotti, il costo della manodopera risulta la parte più consistente, l'automazione dei processi può consentirci ampi margini di miglioramento.

Vengono di seguito riportati i costi della produzione ed analisi costo larva per le varie fasi



## Costi step 1

| I° STEP ALLEVAMENTO |                                                     |                             |                                            |              |                      |
|---------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|--------------|----------------------|
|                     | Colonna1                                            | Unità                       | Valore unitario                            | Per cassetta | Totale x165 cassette |
| Costi alimento      | Previsione n° Cass. TOT fine I° ciclo               | n° cassette                 |                                            |              | 165                  |
|                     | KG larve fine I° ciclo AGOSTO 23                    | Kg larve                    | 1,5 kg cassetta                            |              | 247,5                |
|                     | Consumo previsto substrato                          | Kg                          | 3 Kg substrato/ 1 kg di insetti            |              | 742,5                |
|                     | Consumo previsto verdura                            | Kg                          | 0,340 Kg per settimana                     |              | 729                  |
|                     | n° Casette 05, KG larve AGOSTO 23                   | n° cassette da 0,5 kg larve |                                            |              | 495                  |
|                     | Costo totale razione substrato (crusaca+lievito)    | €                           | 250€ / ton                                 |              | 185,63 €             |
|                     | Costo totale razione umida (carote)                 | €                           | 450€ / ton                                 |              | 328,19 €             |
|                     | Costo totale razione                                | €/Kg                        | € kg di insetti                            | 2,08 €       |                      |
| Spazio necessario   | Metri quadri equivalenti AGOSTO                     | m²                          | 4 cassette/m²                              |              | 124                  |
|                     | Metri quadri necessari x pile di 15 cassette AGOSTO | m²                          | 60 cassette/m²                             |              | 8,25                 |
|                     | Metri cubi necessari x pile di 9 cassette AGOSTO    | m³                          | 36 cassette/m³                             |              | 13,75                |
| Costi manodopera    | 1- Tempo per somministrazione verdura               | minuti e ore                | 40 secondi/cassetta (2 volt settx 13 sett) | 17,42        | 143,72               |
|                     | 2- Tempo per rimozione frass                        | ore                         | 3 minuti/cassetta (2 volte per ciclo)      | 6,00         | 49,50                |
|                     | 3- Tempo rimozione Larva                            | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo)      | 5,00         | 41,25                |
|                     | 4- Prelievo adulti                                  | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo)      | 5,00         | 41,25                |
|                     | Ore totali cassetta                                 | ore                         | Min                                        | 33,42        |                      |
|                     | Costo manodopera                                    | €                           | 25€/h                                      | 13,93 €      | 6.892,88 €           |
|                     | Costo complessivo €/kg produzione                   | €/kg                        |                                            | 14,96 €      |                      |
|                     | N. persone necessarie full time                     |                             |                                            | 1,64         |                      |

## Costi step 2

| II° STEP ALLEVAMENTO |                                                       |                             |                                       |              |                         |
|----------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------------------|
|                      | Colonna1                                              | Unità                       | Valore unitario                       | Per cassetta | Totale x 5.672 cassette |
| Costi alimento       | Previsione n° Cass. TOT fine II° ciclo                | n° cassette                 |                                       |              | 5.672                   |
|                      | KG larve fine I° ciclo Novembre 23                    | Kg larve                    | 1,5 kg cassetta                       |              | 8.508                   |
|                      | Consumo previsto substrato                            | Kg                          | 3 Kg substrato/ 1 kg di insetti       |              | 25.523                  |
|                      | Consumo previsto verdura                              | Kg                          | 0,340 Kg per settimana                |              | 15.428                  |
|                      | n° Casette 05, KG larve Novembre 23                   | n° cassette da 0,5 kg larve |                                       |              | 213                     |
|                      | Costo totale razione                                  | €                           | 250€ / ton - 120€/ton                 |              | 6.380,86 €              |
|                      | Costo totale razione umida (Trebbe esause)            | €                           | 450€ / ton - 80€/ton                  |              | 6.942,38 €              |
|                      | Costo totale produzione                               | €/Kg                        |                                       | 1,57 €       | 0,51 €                  |
| Spazio necessario    | Metri quadri equivalenti Novembre                     | m²                          | 4 cassette/m²                         |              | 1.418                   |
|                      | Metri quadri necessari x pile di 15 cassette Novembre | m²                          | 60 cassette/m²                        |              | 95                      |
|                      | Metri cubi necessari x pile di 9 cassette Novembre    | m³                          | 36 cassette/m³                        |              | 158                     |
| Costi manodopera     | 1- Tempo per somministrazione verdura                 | ore                         | 40 sec/cassetta (1 volt settx 8 sett) | 5,36         | 1.013                   |
|                      | 2- Tempo per rimozione frass                          | ore                         | 3 minuti/cassetta (2 volte per ciclo) | 6,00         | 567                     |
|                      | 3- Tempo rimozione Larva/pupe                         | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo) | 5,00         | 473                     |
|                      | 4- Prelievo adulti                                    | ore                         | 5 minuti cassetta (1 volta per ciclo) | 0,250        | 24                      |
|                      | Ore totali cassetta                                   | ore                         | Min                                   | 16,61        | 1.570                   |
|                      | Ore totali Nursery                                    | ore                         | 5% delle cassette                     | 0,83         | 79                      |
|                      | Costo manodopera € cassetta                           | € cassetta da 1,5 kg        | 25€/h                                 | 7,27 €       | 39.254,10 €             |
|                      | Costo manodopera €/kg                                 | €/kg                        | 25€/h                                 | 4,84 €       |                         |
| Costi complessivo    | Costo complessivo €/kg produzione                     | €/kg                        |                                       | 6,41 €       | 52.577,34 €             |
|                      | Totale costo razione Biologica                        |                             |                                       | 5,35 €       | 43.629,62 €             |
|                      | Totale conto                                          |                             |                                       |              |                         |
|                      | N. persone necessarie full time                       |                             |                                       | 3,435        |                         |

**Conclusione.**

Il processo di allevamento del tenebrio è fortemente vincolato alla tecnologia in uso ed al grado di automazione dell'allevamento

Il costo di razione ed il delta costo tra razione benchmark e le altre diete testate ha un impatto minimo rispetto al costo della manodopera.

Al fine di analizzare più approfonditamente, si è scelto di fare una simulazione di BP per gli scenari di 5000 cassette fino a 200.000 cassette.

**Si rimanda all'allegato 1 per i dettagli.**

Data

15/03/2024

Firma

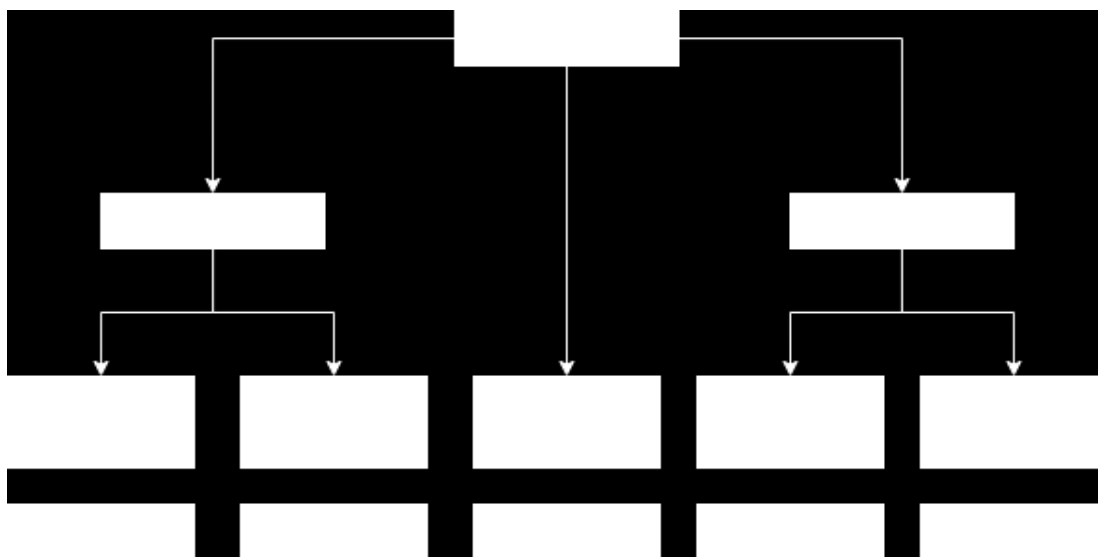


## Report Task 3 - “Captive Insects”

Il primo obiettivo del Task 3.1 è stato quello di testare cinque diversi metodi di abbattimento ed essiccazione delle larve di *Tenebrio molitor*, allevate sul substrato identificato nel Task 2.

I metodi scelti sono stati identificati in accordo a quelle che sono le principali metodiche riportate in letteratura e sono stati i seguenti:

- *Blanching* in acqua seguito da congelamento e liofilizzazione (*freeze-drying*) (BL)
- Essiccazione diretta a 60°C (E60)
- *Blanching* seguito da essiccazione a 60°C (BE60)
- *Blanching* con vapore seguito da essiccazione a 60°C (VE60)
- *Blanching* a vapore seguito da essiccazione a 80°C (VE80)



La metodica più semplice, che unisce in un solo passaggio abbattimento ed essiccazione, è stata l'essiccazione diretta a 60°C (E60). Questa rappresenta il metodo che richiede la minor manipolazione dell'insetto e necessita solamente di un forno o un essiccatore. Tuttavia l'abbattimento avviene per calore e potrebbe risultare non rispettoso del benessere animale. Un processo più elaborato consiste nell'abbattimento tramite il blanching in acqua o in alternativa con vapore, ovvero la bollitura per un tempo limitato, che ha lo scopo di abbattere istantaneamente la larva, diminuire la carica microbica e al contempo inattivare gli enzimi responsabili dell'ossidazione del prodotto. Questo processo è comunque seguito da essiccazione in forno (BE60, VE60, VE80).

**Figura 1.** Alcuni step della processazione delle larve. A sinistra la bollitura, a destra l'essiccazione in



## Microbiologia

La carica microbiologica è stata quantificata tramite la conta di enterobatteri, organismi mesofili, lieviti, muffe, *Bacillus cereus* presunto e *Salmonella spp.* Nelle tabelle riportate di seguito sono mostrati inoltre i valori delle conte microbiche relative agli insetti vivi (A), per comparazione.

L'analisi statistica è stata condotta usando il test non parametrico di Kruskal-Wallis, comparando solo i valori relativi alle larve processate.

| Conta enterobatteri |          |      |     |             |                    |
|---------------------|----------|------|-----|-------------|--------------------|
| processo            | repliche |      |     | range       | media $\pm$ dev.st |
| A                   | 7,66     | 6,79 | 7,2 | 6,79 - 7,66 | 7,22 $\pm$ 0,36    |

|      |      |      |      |             |             |
|------|------|------|------|-------------|-------------|
| BL   | 0    | 0    | 0    | 0 - 0       | 0 ± 0       |
| BE60 | 0    | 0    | 0    | 0 - 0       | 0 ± 0       |
| E60  | 0    | 0    | 0    | 0 - 0       | 0 ± 0       |
| VE60 | 2,86 | 2,43 | 2,55 | 2,43 - 2,86 | 2,61 ± 0,18 |
| VE80 | 0    | 1,61 | 1,32 | 0 - 1,61    | 0,98 ± 0,7  |

**Tabella 1.** Conta degli enterobatteri nelle tre repliche, range, media e deviazione standard dei tre valori.

| Conta organismi mesofili |          |      |      |             |                |
|--------------------------|----------|------|------|-------------|----------------|
| processo                 | repliche |      |      | range       | media ± dev.st |
| A                        | 9,08     | 8,32 | 8,63 | 8,32 - 9,08 | 8,68 ± 0,31    |
| BL                       | 3,28     | 2,21 | 2,05 | 2,05 - 3,28 | 2,51 ± 0,55    |
| BE60                     | 2,05     | 1,32 | 1,32 | 1,32 - 2,05 | 1,56 ± 0,34    |
| E60                      | 0        | 2,21 | 2,28 | 0 - 2,28    | 1,5 ± 1,06     |
| VE60                     | 3,08     | 2,46 | 2,86 | 2,46 - 3,08 | 2,8 ± 0,26     |
| VE80                     | 1,32     | 2,28 | 2,08 | 1,32 - 2,28 | 1,89 ± 0,41    |

**Tabella 2.** Conta degli organismi mesofili nelle tre repliche, range, media e deviazione standard dei tre valori.

| Conta lieviti |          |   |   |         |                |
|---------------|----------|---|---|---------|----------------|
| processo      | repliche |   |   | range   | media ± dev.st |
| A             | 3,7      | 0 | 0 | 0 - 3,7 | 1,23 ± 1,74    |
| BL            | 0        | 0 | 0 | 0 - 0   | 0 ± 0          |
| BE60          | 0        | 0 | 0 | 0 - 0   | 0 ± 0          |
| E60           | 0        | 0 | 0 | 0 - 0   | 0 ± 0          |
| VE60          | 0        | 0 | 0 | 0 - 0   | 0 ± 0          |

|      |   |   |   |       |           |
|------|---|---|---|-------|-----------|
|      |   |   |   |       |           |
| VE80 | 0 | 0 | 0 | 0 - 0 | $0 \pm 0$ |

**Tabella 3.** Conta dei lieviti nelle tre repliche, range, media e deviazione standard dei tre valori.

| Conta muffe |          |      |      |             |                    |
|-------------|----------|------|------|-------------|--------------------|
| processo    | repliche |      |      | range       | media $\pm$ dev.st |
| A           | 5,04     | 4,18 | 4,83 | 4,18 - 5,04 | $4,68 \pm 0,37$    |
| BL          | 0        | 0    | 0    | 0 - 0       | $0 \pm 0$          |
| BE60        | 0        | 0    | 0    | 0 - 0       | $0 \pm 0$          |
| E60         | 0        | 0    | 0    | 0 - 0       | $0 \pm 0$          |
| VE60        | 0        | 0    | 0    | 0 - 0       | $0 \pm 0$          |
| VE80        | 0        | 0    | 0    | 0 - 0       | $0 \pm 0$          |

**Tabella 4.** Conta delle muffe nelle tre repliche, range, media e deviazione standard dei tre valori.

Tutti i processi sono risultati efficaci nell'abbattere a livelli non quantificabili lieviti, muffe e *Bacillus cereus* presunto. L'abbattimento a vapore seguito da essiccazione a 60°C è l'unico trattamento che ha lasciato una bassa conta di enterobatteri, sebbene la differenza con gli altri metodi non risulti significativa.

I valori massimi per la conta degli enterobatteri riportati nei report EFSA relativi ai *novel food* proposti a base di *T. molitor* sono 2 Log(CFU/g) ad eccezione dei *T. molitor* trattati con raggi UV per cui viene riportato il valore soglia di 10 cfu/g. I risultati ottenuti in questo studio rientrano tutti sotto la soglia dei 2 Log(CFU/g) ad eccezione delle larve bollite col vapore ed essiccate a 60°C.

La carica di mesofili oscilla tra un valore minimo di 0 a uno massimo di 3,28 Log(CFU/g) tra i vari trattamenti. Le differenze non risultano significative ma per quasi tutte le repliche dei vari processi risultano inferiori ai 3 Log(CFU/g). Nei report pubblicati dall'EFSA, vengono riportati valori molto variabili tra i diversi batch testati ma la soglia massima proposta per i *novel food* a base di *T. molitor* è di 5 Log(CFU/g), valore ampiamente al di sopra di quelli trovati in questo progetto.

Per quanto riguarda lieviti e muffe questi sono pressoché assenti (sotto la soglia di quantificazione) per tutti i processi testati, sebbene le larve vive presentino valori maggiori di 4 Log(CFU/g) per le muffe mentre siano presenti solo in una delle repliche eseguite per la ricerca dei lieviti.

Per quanto riguarda *Bacillus cereus* presunto, questo risulta assente dalle larve vive e assente anche in quelle processate nello studio.

Infine anche *Salmonella spp* è stata ricercata in tutti i campioni processati ed è risultata sempre assente.

**Figura 2.** Boxplot delle conte degli enterobatteri (in Log(cfu/g)), per i cinque processi testati.

**Figura 3.** Boxplot delle conte dei mesofili in Log(cfu/g)), per i cinque processi testati.

### Perossidi

Il numero dei perossidi è una misura dell'ossidazione lipidica primaria. Negli oli freschi solitamente il valore è inferiore a 10 mEq O<sub>2</sub>/Kg, mentre l'irrancidimento avviene tra i 30 e i 40 mEq O<sub>2</sub>/Kg. Per *T. molitor* i valori dei report EFSA si attestano sotto i 6 mEq O<sub>2</sub>/Kg al tempo 0, valori inferiori a quelli trovati in questo studio. Uno dei possibili motivi per l'occorrenza di valori relativamente alti nei campioni trattati con la metodologia precedentemente descritta potrebbe essere la differente dieta e di conseguenza la diversa composizione in acidi grassi della frazione lipidica delle larve processate nei nostri esperimenti in relazione alle larve esaminate nel report EFSA.

| Processo | repliche |      |      | range     | media(st.dev) |
|----------|----------|------|------|-----------|---------------|
| BL       | 22,2     | 20   | 27,3 | 20 - 27,3 | 23,17 ± 3,06  |
| BE60     | 24,8     | 29,4 | 19   | 19 - 29,4 | 24,4 ± 4,26   |



|      |      |      |      |             |              |
|------|------|------|------|-------------|--------------|
|      |      |      |      |             |              |
| E60  | 18,3 | 27,7 | 26,7 | 18,3 - 27,7 | 24,23 ± 4,22 |
| VE60 | 24   | 25   | 28,3 | 24 - 28,3   | 25,77 ± 1,84 |
| VE80 | 32   | 27,7 | 29,4 | 27,7 - 32   | 29,7 ± 1,77  |

**Tabella 5.** Valori di perossidi (in mEq/Kg) per le tre repliche, i range e la media con relativa deviazione standard.

**Figura 4.** Boxplot dei valori dei perossidi (mEq/kg), per i cinque processi testati.

Dall'analisi statistica non risultano differenze statisticamente significative tra i vari processi, sebbene i valori medi più bassi siano identificati per le larve liofilizzate (BL) ed essiccate a 60° in seguito a bollitura (BE60).

## TBARS

Il saggio del TBARS misura la quantità di malondialdeide (mg MDA/Kg) che viene generata dall'ossidazione dei grassi polinsaturi. Tale saggio è, perciò, usato come indice di perossidazione dei lipidi.

Tutti i campioni sono risultati negativi al test del TBARS.

| Processo | repliche |   |   | range | media(st.dev) |
|----------|----------|---|---|-------|---------------|
| BL       | 0        | 0 | 0 | 0 - 0 | 0 ± 0         |
| BE60     | 0        | 0 | 0 | 0 - 0 | 0 ± 0         |
| E60      | 0        | 0 | 0 | 0 - 0 | 0 ± 0         |
| VE60     | 0        | 0 | 0 | 0 - 0 | 0 ± 0         |
| VE80     | 0        | 0 | 0 | 0 - 0 | 0 ± 0         |

**Tabella 6.** Valori di TBARS in mg MDA/Kg.

## TVN

L'azoto basico volatile totale (mg N/100g) è usato come indicatore di freschezza, principalmente dei prodotti ittici, e misura i composti volatili come trimetilammina, ammoniaca e dimetilammina che vengono rilasciati in seguito alle attività distruttive dei microrganismi.

| Processo | repliche |     |     | range     | media(st.dev) |
|----------|----------|-----|-----|-----------|---------------|
| BL       | 25       | 28  | 28  | 25 - 28   | 27 ± 1,41     |
| BE60     | 28       | 29  | 32  | 28 - 32   | 29,67 ± 1,7   |
| E60      | 105      | 103 | 105 | 103 - 105 | 104,33 ± 0,94 |
| VE60     | 36       | 34  | 34  | 34 - 36   | 34,67 ± 0,94  |
| VE80     | 37       | 2,5 | 37  | 2,5 - 37  | 25,5 ± 16,26  |

**Tabella 7.** Valori di TVN per le larve ottenute nei cinque processi testati. I valori sono espressi in mg N/100g

**Figura 5.** Boxplot dei valori di azoto basico volatile, per i cinque processi testati. con l'asterisco (\*) è riportata l'unica differenza significativa,  $p\text{-value} < 0.05$ .

I valori di TVN per i vari processi testati sono comparabili, sebbene l'essiccazione diretta a 60°C presenti valori ben più alti, la differenza risulta statisticamente significativa solo se comparata con il processo di bollitura seguita da liofilizzazione. Da notare che l'essiccazione a 60°C è l'unico processo non preceduto da blanching efficace nell'abbattere la carica batterica per cui l'alto valore di TVN potrebbe essere dovuto all'attività microbica residua.

## Colore

L'abbattimento per essiccazione (E60), ha prodotto larve particolarmente scure, di colore tendente al nero, indicativo di un qualche processo ossidativo (Figura 6 a-b). Le larve abbattute con acqua bollente ed essiccate in forno (BE60) hanno invece acquisito un colore marrone (Figura 6 c-d). Anche quelle bollite con l'utilizzo di vapore (VE60 e VE80, non riportate in figura) hanno assunto una colorazione simile. Le larve bollite e liofilizzate (BL) sono quelle dal colore più tenue, molto vicino a quello originale della larva viva, segno che la bollitura è efficace nel bloccare gli enzimi responsabili dell'ossidazione e l'assenza di calore durante l'essiccazione evita qualsiasi forma di scurimento (Figura 6 e-f).



**Figura 6.** Aspetto dei campioni processati secondo tre delle metodologie testate: a-b: E60, larve e relativa farina; c-d: BE60 larve e relativa farina; e-f: BL, larve e relativa farina.

## Conclusioni

Per tutti i microrganismi, le cariche massime appaiono di diversi ordini di grandezza inferiori rispetto a quelle presenti nelle larve vive, a dimostrazione che tutti i processi abbattano significativamente la carica batterica. In quasi tutti i casi i valori trovati rientrano all'interno delle soglie riportate negli articoli pubblicati dall'EFSA relativamente all'utilizzo di *T. molitor* come alimento [\[4-6\]](#). Per ciò che riguarda lo stato ossidativo delle larve essiccate, il blanching seguito da liofilizzazione (BL) e il blanching seguito da essiccazione a 60°C (BE60) sembrano i processi migliori.

Le larve ottenute dai processi BL e BE60 sono quindi state sottoposte alle prove di spremitura.

Il secondo obiettivo del task 3.1 è stato provare ad ottenere i prodotti d'estrazione, pannello ed olio, dalle larve essiccate con quelli che sono stati valutati come i metodi più plausibili ai fini dell'utilizzo nel settore feed e food.

Sono state, quindi, spremute meccanicamente le larve liofilizzate e quelle essiccate a 60°C in seguito a blanching. La spremitura è avvenuta presso Il CREA Centro di cerealicoltura e colture industriali di Bologna, utilizzando una pressa a vite continua, normalmente utilizzata per la spremitura di semi oleosi.



**Figura 7.** Spremitura delle larve abbattute mediante blanching e poi essiccate a 60 °C (BE60).

La spremitura delle larve sottoposte a blanching ed essiccazione a 60°C (BE60) è stata solo parziale perché il pannello tendeva ad intasare l'ugello della pressa. Nel caso delle larve liofilizzate non si è invece potuto procedere alla spremitura probabilmente a causa del troppo basso contenuto di acqua del prodotto.

Nonostante le difficoltà nella pressatura del campione BE60, è stato possibile recuperare abbastanza pannello per svolgere le analisi microbiologiche in triplicato e sufficiente olio per determinarne il profilo acidico e la carica microbica in singola replica.

Riportiamo di seguito la composizione delle larve e quella del pannello ottenuto dalla spremitura

| Analisi                 | Farina full fat (BE60) |           |       | Pannello d'estrazione (BE60) |           |       |
|-------------------------|------------------------|-----------|-------|------------------------------|-----------|-------|
|                         | Replica 1              | Replica 2 | Media | Replica 1                    | Replica 2 | Media |
| Aw                      | <0,25                  | <0,25     | <0,25 | <0,25                        | <0,25     | <0,25 |
| Grassi (% s.s.)         | 26,8                   | 27,4      | 25,8  | 17,2                         | 15,9      | 16,9  |
| Proteine (6,25) (% s.s) | 61,2                   | 59,9      | 60,8  | 65,2                         | 65,8      | 65,5  |
| Proteine (5,60) (% s.s) | 54,8                   | 53,7      | 54,5  | 58,4                         | 58,9      | 58,7  |

**Tabella 8.** Dati composizionali relativi alle larve essiccate e al pannello ottenibile. La percentuale di proteine è stata ottenuta moltiplicando il valore d'azoto per 6,25 e per il valore alternativo di 5,60.

Il contenuto d'olio di partenza nella farina di *T. molitor* era di circa 27% (su peso secco, calcolato tramite estrazione chimica), valore che si colloca all'interno dell'ampio range di valori riportati in letteratura [7] mentre la percentuale di proteine era circa del 60% se calcolata col classico valore di conversione di 6,25 e del 54% se calcolata col più realistico valore suggerito da Janssen e colleghi [8]. L'utilizzo di due diversi fattori di conversione dell'azoto in proteina è necessaria: il valore 6,25 comunemente usato tenderebbe infatti a sovrastimare il contenuto proteico degli insetti, non tenendo conto dell'azoto presente in altre molecole, come ad esempio nella chitina. Con l'estrazione dell'olio il contenuto proteico del pannello sale leggermente arrivando al 65% (o 58% utilizzando il valore di conversione alternativo).



Il contenuto in olio del pannello si aggira intorno al 17%, segno che l'efficienza di spremitura è stata relativamente bassa: circa il 62% dell'olio è infatti rimasto nel pannello. Inoltre l'olio ottenuto ha necessitato di un'ulteriore fase di centrifugazione per apparire limpido.

A causa delle difficoltà incontrate durante la spremitura la quantità di campione non è stata sufficiente ad eseguire le analisi in triplicato.

Le analisi sono state svolte sia sulle larve bollite ed essiccate a 60°C che sul pannello di estrazione ottenuto dalla loro spremitura. Sull'olio ottenuto, a causa delle difficoltà incontrate nella spremitura, le analisi sono parziali e non in triplicato.

Il profilo acidico dell'olio ottenuto è riportato in figura 8. Tre acidi grassi, palmitico, oleico e linoleico, rappresentano circa l'85% degli acidi grassi identificati e la quantità di acidi grassi insaturi (UFA) è del 66%.

**Figura 8.** Profilo acidico dell'olio ottenuto dalla spremitura delle larve BE60.

Il profilo acidico ottenuto è stato quindi comparato con quelli riportati in letteratura, relativi all'olio di *T. molitor* allevato su diete basate su cereali e farine.

Dalla comparazione dei profili, la caratteristica che emerge è un maggior contenuto in acidi grassi polinsaturi (PUFA) per l'olio ottenuto dai *T. molitor* allevati nell'ambito del progetto Captive insect.

Risulta tuttavia difficile accertare se questo diverso profilo acidico sia effettivamente dovuto alla diversa dieta o ad un arricchimento in PUFA che potrebbe essere avvenuto durante la spremitura, a causa della diversa temperatura di fusione degli acidi grassi.

| Acido grasso | Razione 3: pane (50), crusca (45), lievito (5) | farina di soia/farina di frumento (50/50) | pane di farina di frumento (100) | farina d'avena (100) | farina di frumento (25), farina d'avena(25), farina di mais (25), farina di ceci (25) | farina d'avena (50), farina di frumento (50) | lievito di birra (5), farina di frumento(47.5), farina d'avena (47.5) | lievito di birra (0.5), farina di frumento (33.17), farina d'avena (33.17), farina di mais (33.17) |
|--------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C12:0        | <b>0,3</b>                                     | 0,53                                      | 0,71                             | 0,82                 | 0,78                                                                                  | 0,83                                         | 0,87                                                                  | 0,8                                                                                                |
| C14:0        | <b>3,05</b>                                    | 4,26                                      | 6,33                             | 5,74                 | 6,07                                                                                  | 6,64                                         | 6,77                                                                  | 7,86                                                                                               |
| C15:0        | <b>0,2</b>                                     | 0                                         | 0,13                             | 0,1                  | 0,11                                                                                  | 0,1                                          | 0,1                                                                   | 0,09                                                                                               |
| C16:0        | <b>18,8</b>                                    | 21,07                                     | 18,57                            | 19,92                | 19,54                                                                                 | 19,07                                        | 18,95                                                                 | 19,18                                                                                              |
| C16:1        | <b>1,45</b>                                    | 1,87                                      | 3,57                             | 2,74                 | 2,9                                                                                   | 3,01                                         | 3,5                                                                   | 3,57                                                                                               |
| C17:0        | <b>0,35</b>                                    | 0                                         | 0,09                             | 0,09                 | 0,09                                                                                  | 0,07                                         | 0,07                                                                  | 0,06                                                                                               |
| C18:0        | <b>2,6</b>                                     | 6,88                                      | 3,67                             | 3,37                 | 3,75                                                                                  | 3,53                                         | 3,23                                                                  | 3,38                                                                                               |
| C18:1        | <b>36,65</b>                                   | 52,78                                     | 41,17                            | 43,03                | 43,16                                                                                 | 43,35                                        | 43,57                                                                 | 45,64                                                                                              |
| C18:2        | <b>32,95</b>                                   | 11,45                                     | 22,93                            | 21,99                | 21,48                                                                                 | 21,17                                        | 20,62                                                                 | 17,42                                                                                              |
| C20:0        | <b>2,1</b>                                     | 0,46                                      | 0,13                             | 0,11                 | 0,15                                                                                  | 0,12                                         | 0,1                                                                   | 0,1                                                                                                |

|         |              |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C20:1   | <b>0,15</b>  | 0     | 0,05  | 0,06  | 0,06  | 0,06  | 0,05  | 0,03  |
| C22:0   | <b>0,2</b>   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| altri   | <b>1,2</b>   | 0,70  | 2,65  | 2,03  | 1,91  | 2,05  | 2,17  | 1,87  |
| SFA     | <b>27,6</b>  | 33,2  | 29,79 | 30,3  | 30,63 | 30,51 | 30,26 | 31,61 |
| MUFA    | <b>38,25</b> | 54,65 | 45,62 | 46,67 | 46,8  | 47,11 | 47,94 | 49,96 |
| PUFA    | <b>32,95</b> | 11,45 | 23,7  | 22,61 | 22,01 | 21,82 | 21,19 | 17,87 |
| UFA     | <b>71,2</b>  | 66,1  | 69,32 | 69,28 | 68,81 | 68,93 | 69,13 | 67,83 |
| SFA/UFA | <b>0,39</b>  | 0,50  | 0,43  | 0,44  | 0,45  | 0,44  | 0,44  | 0,47  |

**Tabella 9.** Profili acidi di *T. molitor* riportati in letteratura. Nella prima colonna sono riportati i valori relativi alle larve BE60.

Per quanto riguarda la carica microbiologica dell'olio ottenuto, i valori sono soddisfacenti ed in linea con quanto osservato per le larve essiccate. Si può tuttavia notare la presenza di muffe a bassi livelli. I perossidi, che nelle larve essiccate (BE60) oscillavano tra 19 e 29,4 mEq/Kg risultano invece più alti nel corrispondente olio raggiungendo il valore di 43,6 mEq O<sub>2</sub>/Kg. Il processo di estrazione meccanica, che inevitabilmente scalda il prodotto, e la successiva centrifugazione dell'olio per pulirlo dai residui di pannello potrebbero aver contribuito alla sua ossidazione (Tabella 10).

|               |            |
|---------------|------------|
| Analisi       | risultato  |
| enterobatteri | <1 cfu/ml  |
| mesofili      | <10 cfu/ml |
| lieviti       | <40 cfu/ml |

|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
| muffe     | 50 cfu/ml                         |
| perossidi | 43,6Meq O <sub>2</sub> /kg grasso |

**Tabella 10.** Analisi microbiologiche e valore di perossidi relativi all'olio estratto da *T. molitor* (BE60).

Le analisi microbiologiche (Tabella 11) condotte sul pannello di estrazione hanno dato risultati soddisfacenti, con le conte di tutti i microrganismi al di sotto della soglia di quantificazione. I mesofili, seppur presenti non rappresentano un problema col valore più alto che arriva a 2300 cfu/g (3,36 log(cfu/g)) ed una media di 3,14 log(cfu/g), valore più alto del corrispettivo valore medio nel campione post essiccazione di 1,56 log(cfu/g) ma comunque non allarmante.

Le analisi confermano che nonostante l'ulteriore manipolazione del campione per la spremitura, questa non abbia introdotto nuove contaminazioni microbiologiche.

| Analisi                                                          | Replica 1                 | Replica 2                 | Replica 3                |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| <i>Bacillus Cereus</i> presunto (ufc/g)                          | <100                      | <100                      | <10                      |
| Forme vegetative di clostridi solfito-riduttori anaerobi (ufc/g) | <10                       | <10                       | <10                      |
| enterobatteri                                                    | <10                       | <10                       | <10                      |
| <i>Listeria monocytogenes</i>                                    | non rilevato in 25 g      | non rilevato in 25 g      | non rilevato in 25 g     |
| lieviti (ufc/g)                                                  | <100                      | <100                      | <100                     |
| muffe (ufc/g)                                                    | <100                      | <100                      | <100                     |
| mesofili (ufc/g)                                                 | 1800<br>(3,26 log(cfu/g)) | 2300<br>(3,36 log(cfu/g)) | 650<br>(2,81 log(cfu/g)) |

|                                                                                |                         |                         |                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <i>Salmonella spp</i>                                                          | non rilevato in<br>25 g | non rilevato in<br>25 g | non rilevato in 25<br>g |
| Stafilococchi coagulasi positivi ( <i>S. aureus</i> e<br>altre specie) (ufc/g) | <10                     | <10                     | <10                     |

**Tabella 11.** Analisi microbiologiche relative al pannello d'estrazione di *T. molitor* (BE60).

La ricerca di contaminanti ha evidenziato l'assenza di aflatossine e mercurio.

Per quanto riguarda il piombo questo è stato rilevato a livelli compresi tra 0,019 e 0,034 mg/kg. Nell'attuale normativa europea [\[9\]](#) non sono riportati limiti relativi a farine di insetto ma i valori riscontrati si collocano al di sotto dei limiti di tollerabilità fissati ad esempio per crostacei (0,50 mg/kg), cereali e leguminose (0,20 mg/kg), ortaggi a radice (0,10 mg/kg).

Il cadmio è stato rilevato in quantità comprese tra 0,068 e 0,075 mg/kg al di sotto dei limiti di tollerabilità indicati dall'Unione Europea per crostacei (0,5 mg/kg), cereali (0,10 mg/kg) [\[10\]](#).

Per quanto riguarda gli idrocarburi aromatici, l'attuale normativa europea pone come limite nei Prodotti della pesca affumicati e per le carni, 12 µg/Kg per la somma degli IPA e 2 µg/Kg per il Benzo(a)pirene [\[11\]](#).

Va considerato che i limiti per tutti i contaminanti sono molto variabili a seconda dell'alimento e che sono calcolati in base a quello che è stimato essere il consumo giornaliero del determinato alimento.

| Contaminanti           |           |           |           |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Analisi                | Replica 1 | Replica 2 | Replica 3 |
| Benzo(a)pyrene (µg/Kg) | <LOQ: 0,9 | 1,6 ± 0,7 | <LOQ: 0,9 |
| IPA (somma) (µg/Kg)    | 8,2 ± 3,4 | 6,4 ± 2,7 | 1,6 ± 0,7 |

|                                                                      |       |       |       |
|----------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
| Cadmio (come Cd) (mg/kg )                                            | 0,068 | 0,074 | 0,075 |
| Ferro (come Fe) (mg/kg )                                             | 90    | 80,2  | 74,7  |
| Mercurio (come Hg) (mg/kg )                                          | NQ    | NQ    | NQ    |
| Piombo (come Pb) (mg/kg )                                            | 0,034 | 0,019 | 0,029 |
| Aflatossine totali (sommatoria di Aflatossine B1,B2,G1 e G2 (µg/kg ) | NQ    | NQ    | NQ    |
| Aflatossina B1 (µg/kg )                                              | NQ    | NQ    | NQ    |
| Aflatossina B2 (µg/kg )                                              | NQ    | NQ    | NQ    |
| Aflatossina G1 (µg/kg )                                              | NQ    | NQ    | NQ    |
| Aflatossina G2 (µg/kg )                                              | NQ    | NQ    | NQ    |

**Tabella 12.** Analisi dei contaminanti relativi al pannello d'estrazione di *T. molitor* (BE60). NQ: non quantificabile; <LOQ: inferiore al limite di quantificazione.

## Rischi relativi alla processazione

Il principale rischio nella processazione sta nelle possibili contaminazioni dovute alla manipolazione degli insetti dopo l'abbattimento per bollitura. Nel caso della liofilizzazione l'insetto dopo la bollitura va incontro ad una fase in abbattitore e ad una in liofilizzatore, prima dello stoccaggio. Gli strumenti e l'operatore rappresentano le principali fonti di possibile contaminazione microbica.

Una pulizia degli strumenti prima e dopo ogni utilizzo e l'utilizzo di guanti sterili e mascherina dovrebbe essere sufficiente a minimizzare i rischi dovuti alla processazione.

L'essiccazione delle larve deve avvenire correttamente garantendo una corretta perdita di acqua in maniera uniforme nel batch essiccato in modo da non consentire crescite microbiche in fase di stoccaggio.



La fase di spremitura rappresenta sicuramente un punto critico dato che eventuali residui di spremitura nel macchinario possono essere un buon terreno di coltura per vari microrganismi. Oltre a questo, eventuali residui tenderebbero ad irrancidire compromettendo anche lo stato ossidativo dei prodotti spremuti successivamente. Va quindi posta particolare attenzione nella pulizia del macchinario. Anche in questa fase l'operatore deve evitare di contaminare le larve essiccate e i prodotti di spremitura assicurandosi di stoccare la farina di estrazione e l'olio in contenitori puliti.

## Conclusioni

Sebbene l'essiccazione diretta delle larve di *T. molitor* sia il processo operativamente più semplice, visti i risultati in termini di ossidazione del prodotto e colore finale della larva, andrebbe evitato. Il processo inoltre è quello che richiede più tempo per l'abbattimento della larva risultando, quindi, poco compatibile con il benessere animale.

Il processo di bollitura e liofilizzazione (BL) è quello che impatta di meno su colore e ossidazione ma risulta essere anche quello più laborioso, necessitando di un abbattitore e di un liofilizzatore. Questo processo è quindi difficilmente scalabile e potrebbe essere adatto a produzioni limitate come, ad esempio, quelle per il settore alimentare umano dove il margine di guadagno potrebbe giustificare i costi aggiuntivi e dove il colore della larva e della relativa farina è particolarmente importante.

In un'ottica di semplificazione del processo e riduzione dei passaggi operativi, il processo di bollitura seguito da essiccazione a 60°C (BE60) rappresenta un buon compromesso, garantendo l'abbattimento della carica microbica e l'ottenimento di una larva microbiologicamente sicura. Il processo inoltre si presta ad essere applicato anche su produzioni di larga scala, come quelle dell'industria mangimistica.

Laboratorio di Gelsibachicoltura di Padova

Centro Agricoltura e Ambiente

## Azione 3 Divulgazione

*Titolo del Progetto: Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo feed e food*

*Acronimo: Captive Insect*

*Data relazione: 20/05/2024*

*Beneficiario: CENTRO ECONOMICO SERVIZI AGRICOLI E CANTINA SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA - CESAC SOCIETA' COOPERATIVA AGRICOLA*

*Nome del file report: Captive Insect divulgazione*

## Attività

Sono state programmate delle sessioni di divulgazione utili sul progetto captive insect. In particolare sono stati fatti 3 eventi specifici:

- Divulgazione tramite presentazione all'evento agrinsecta 2023
- Divulgazione tramite comizio specifico per il concime frass presso Assosementi.
- Divulgazione tramite fiera Ecomondo 2023

## Agroinsecta.

Evento specifico sugli insetti e situazione in Italia.



Sono stati presentati i risultati parziali ottenuti nella fase in corso.

Si rimanda all'allegato 1 presentazione.

## Assosementi



*Evento organizzato al fine di pubblicizzare le proprietà del frass in ambito sementiero.*

## Ecomondo 2023



[www.biologicalcare.it](http://www.biologicalcare.it) [info@biologicalcare.it](mailto:info@biologicalcare.it) [info@pec.biologicalcare.it](mailto:info@pec.biologicalcare.it)  
 via Caduti per la Libertà 6/L, 40057 Quarto Inferiore (BO)  
 tel. +39 051 715742 fax +39 051 6321749  
 P.IVA - C.F. 02896931207





*Divulgazione del metodo di allevamento intensivo e riconversione delle Celle di frigoconservazione.*

DATA

15/03/2024

Firma