

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA, ANIMALI, ALIMENTI, RISORSE  
NATURALI E AMBIENTE

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE E TECNOLOGIE ALIMENTARI

LE FARINE DI INSETTI: UNA FONTE DI PROTEINE ALTERNATIVA E  
SOSTENIBILE

Docente di riferimento:

Prof. Ssa. Gabriella Pasini

Laureando:

Federico Marcon

Matricola n. 1138813

## INDICE

<b>RIASSUNTO</b>	4
<b>INTRODUZIONE</b>	5
<b>CAPITOLO 1: GLI INSETTI E LA NORMATIVA EUROPEA</b>	6
1.1 Che cosa sono gli insetti?	6
1.2 Perché dovremmo consumarli?	6
1.3 Novel food	7
1.4 Normativa in U.E	9
<b>CAPITOLO 2: IMPATTO AMBIENTALE</b>	13
2.1 Generalità	13
2.2 Gas ad effetto serra	15
2.3 Gli altri effetti sull'ambiente	18
<b>CAPITOLO 3: CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI</b>	22
3.1 Aspetto nutrizionale delle farine di insetti	22
3.3 Peptidi bioattivi e proteine	24
3.4 Carenze nutrizionali dei cereali	26
<b>CAPITOLO 4: APPLICAZIONI ALIMENTARI</b>	27
4.1 Prova numero 1: pane	27
4.2 Prova numero 2: Pane (2)	28
4.3 Prova numero 3: pasta	33
4.4 Prova numero 4: salsiccia	38
4.5 Prova numero 5: barrette energetiche	40
4.6 Prova numero 6: mangime per pesci	42
4.7 Cricket Pasta	44
<b>CAPITOLO 5: BARRIERE DEI CONSUMATORI</b>	49
5.1 Sondaggio	52
5.2 Risultati delle risposte e interpretazione	53
5.3 Considerazioni personali	58
<b>CAPITOLO 6: CONCLUSIONI</b>	60

**BIBLIOGRAFIA**

**SITOGRAFIA**

**DIDASCALIA TABELLE**

**DIDASCALIE IMMAGINI**



## RIASSUNTO

Perché gli insetti potrebbero rappresentare una soluzione efficace per contrastare l'aumento della domanda mondiale di proteine di origine animale?

In questo elaborato sono descritti i motivi per cui il sistema agro-alimentare moderno non è sostenibile e i principali effetti negativi dell'allevamento intensivo nell'ambiente.

Sono elencati i vantaggi derivanti dall'aggiunta di farine di insetti all'interno di prodotti ad uso umano e zootecnico, e verranno analizzati sei prodotti diversi e valutate le loro caratteristiche organolettiche, nutrizionali, e strutturali.

Verranno descritti i principali motivi che incidono sulle scelte da parte del consumatore, anche grazie ad un sondaggio da me realizzato, in modo da poter capire quali siano le opinioni più comuni in merito alla tematica.

## INTRODUZIONE

L'elaborato si propone di riflettere sulla tematica delle farine di insetti come fonte di proteine ad alto valore biologico e sostenibili dal punto di vista della produzione.

Verrà sviluppata una spiegazione del perché, ad oggi, il sistema agroalimentare mondiale non può essere considerato sostenibile in riferimento all'allevamento intensivo moderno e alle sostanze inquinanti prodotte da esso.

Una volta descritta la parte normativa, mi concentrerò sulla tipologia di prodotti che è possibile realizzare utilizzando la farina di insetti come ingrediente, analizzando le caratteristiche nutrizionali e tecnologiche dei prodotti ottenuti e le loro caratteristiche organolettiche, al fine di capire se siano apprezzabili da parte dei consumatori.

Il motivo che mi ha spinto a scegliere questo argomento è la voglia di portare alla luce una tematica che, secondo il mio punto di vista, è ancora oggi troppo poco discussa e che rappresenta una valida opportunità per il nostro futuro, oltre ad essere un ambito che da sempre mi attira, in quanto molto innovativo e "*green*".

Spero in futuro di riuscire ad integrare ciò che ho appreso nello svolgimento di questo elaborato con la mia vita professionale, sarebbe entusiasmante.

## CAPITOLO 1: GLI INSETTI E LA NORMATIVA EUROPEA

### → 1.1 Che cosa sono gli insetti?

Il loro nome deriva da *insectum*, che si riferisce alla loro caratteristica di essere divisi in “sezioni”. Infatti, il loro corpo è diviso in 3 parti: testa, torace e addome, sono rivestiti da un esoscheletro di chitina e hanno 3 paia di zampe e due antenne.

Appartengono al *phylum* degli artropodi, che è probabilmente il gruppo di animali tra i più vari al mondo, con circa 1 milione di specie conosciute al suo interno, e circa 6-10 milioni di specie stimate, che corrisponderebbero a circa il 90% di tutte le specie che popolano la terra. [3]

### → 1.2 Perché dovremmo consumarli?

I motivi per cui dovremmo cominciare a prendere in considerazione questa possibilità sono tre:

1. Fattore **salutistico**: sono salutari e nutrienti, e sono una valida alternativa agli alimenti tradizionali come pollo, maiale, pesci ecc. Inoltre, sono molto ricchi in proteine e acidi grassi buoni, e oligominerali come calcio, ferro e zinco.
2. Fattore **ambientale**: riducono le emissioni di gas serra prodotte dall'allevamento intensivo tradizionale, come ad esempio il **metano**, che si attesta intorno al 14% rispetto al totale delle

emissioni, e sostanze tossiche come l'**ammoniaca**, con addirittura 59%. Per quanto riguarda gli insetti, il primo viene prodotto solo da un ristretto numero di specie, la seconda invece in quantità molto minore rispetto agli animali tradizionalmente allevati.

Non è necessario l'utilizzo di appezzamenti di terra (l'allevamento attualmente utilizza circa i 2/3 di tutto il suolo agricolo).

Sono animali a "sangue freddo", questo permette di convertire il cibo in proteine in maniera molto più efficiente (rispetto ai bovini, richiede una quantità di cibo circa 12 volte inferiore per raggiungere la stessa quantità di proteine), e possono essere nutriti usando rifiuti organici.

3. Fattore **economico** e **sociale**: l'allevamento e la "raccolta" non richiede grandi investimenti tecnologici e di capitale, e questo permette di inserirsi perfettamente in contesti di povertà o carenza alimentare.

L'aumento demografico è un problema ormai appurato, basti pensare che dal 1800 al 2010 la popolazione è passata da 1 a circa 7 miliardi, e questo "*trend*" è destinato ad aumentare sempre di più, così come la domanda di cibo e di carne in particolare, per la quale la sua produzione è già stata dichiarata non sostenibile.

[2]

### [→ 1.3 Novel food](#)

Che cosa si intende quando si parla di "**Novel food**"?

Per *Novel food* si intende qualunque alimento, ingrediente o tecnica produttiva, che non sia mai stato consumato o attuato in maniera significativa prima del 15 maggio 1997 in Europa, data che corrisponde al giorno dell'approvazione del primo regolamento europeo (CE 258/97).

Il regolamento suddivide i Novel food in quattro categorie:

- Prodotti o ingredienti alimentari con una struttura molecolare primaria nuova o volutamente modificata;
- Prodotti o ingredienti alimentari costituiti o isolati a partire da microrganismi, funghi o alghe;
- Prodotti o ingredienti alimentari costituiti da vegetali o isolati a partire da vegetali e ingredienti alimentari isolati a partire da animali;
- Prodotti e ingredienti alimentari sottoposti a un processo di produzione non generalmente utilizzato, che comporta nella composizione o nella struttura dei prodotti o degli ingredienti alimentari cambiamenti significativi del valore nutritivo, del loro metabolismo o del tenore di sostanze indesiderabili. [4]

Così come gli insetti e le loro parti, dunque, sono stati inclusi in questa categoria alimentare anche alghe, funghi, microrganismi, e qualunque alimento derivante da un processo produttivo mai visto prima.

Questo regolamento però rimase a lungo immutato, mentre le abitudini alimentari e le innovazioni in questo specifico campo hanno subito una forte progressione negli ultimi anni, complice anche lo sviluppo industriale.

Per questo motivo, il 28 ottobre 2015 è stato approvato il nuovo regolamento da parte del Parlamento Europeo, il quale abroga il precedente e di fatto semplifica l'iter procedurale per l'approvazione di nuovi Novel food, così come anche nanomateriali e coloranti/coadiuvanti.

Questo nuovo regolamento ha sicuramente continuità con il precedente, e considera ancora Novel food tutto ciò che non veniva consumato in maniera significativa prima del 1997, usando quindi lo stesso orizzonte temporale. [4]

#### → [1.4 Normativa in U.E](#)

Nell'Unione Europea, nel corso degli anni si sono susseguiti molti regolamenti nel campo della sicurezza dei prodotti alimentari, fino ad arrivare alla politica di *food safety* attuale, che dal 2004 è rimasta invariata.

A partire dai primi anni 2000, l'Unione Europea ha promulgato un insieme di regolamenti per definire principi e standard volti a garantire la sicurezza degli alimenti per il consumo umano e mangimi.

I regolamenti sono 3:

1. 178/2002: **Regolamento generale sulla legislazione alimentare**, il quale introduce il principio di responsabilità per la produzione primaria, ovvero la responsabilità appartiene a coloro che operano nel settore alimentare. Inoltre, introduce i principi di valutazione, gestione e comunicazione del rischio, istituendo il sistema di allarme rapido (RASFF). [5]  
Definisce il concetto di tracciabilità e le sue applicazioni.
2. 853/2004: **Pacchetto igiene**, il quale fissa una serie di paletti, standard per le varie fasi della produzione e per i prodotti finiti, e infine incoraggia ad applicare le procedure dettate dal sistema HACCP, e il rispetto di una corretta prassi igienica. [6]

3. 183/2005: Serve a garantire la salute del consumatore attraverso la sicurezza di mangimi e alimenti. Anche in questo caso vengono applicati i concetti di responsabilità primaria degli operatori, il principio dell'HACCP per la sicurezza dell'intera filiera, la definizione di parametri microbiologici. [7]

Come qualunque altro produttore del settore agroalimentare quindi, coloro che producono alimenti o mangimi a base di insetti o utilizzando parti di essi, devono sottostare ai regolamenti europei appena descritti che stabiliscono degli **standard di igiene** per le diverse fasi della lavorazione, al fine di garantire la sicurezza al consumatore finale, e devono sottoporsi a procedure di registrazione ed approvazione dalle autorità nazionali competenti.

Gli insetti possono essere nutriti unicamente con materiale vegetale. Sono ammesse alcune eccezioni per prodotti di origine animale come per esempio latte, uova e ovo-prodotti, miele, grassi e derivati del sangue a patto che non provengano da ruminanti.

Sono esclusi, come fonte di alimentazione, scarti che provengono dai macelli, letame e scarti della ristorazione, così come anche la merce di scarto di negozi e discount, qualora questi contengano carne o pesce.

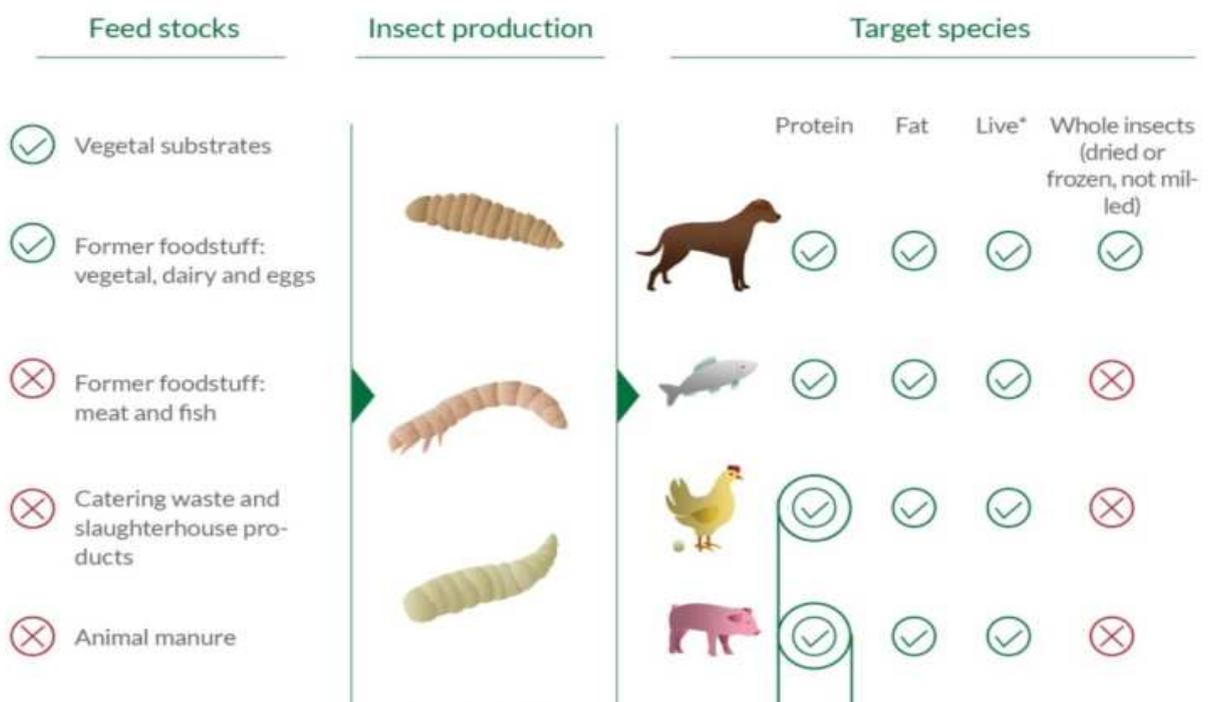
I produttori europei di insetti o derivati devono essere agire nella conformità del Regolamento Ambientale UE, e il regolamento 1143/2014 restringe il cerchio, limitando il numero di specie possibili da allevare, per prevenire l'introduzione nell'ecosistema di specie che potrebbero metterlo a rischio, in caso di una liberazione accidentale degli stessi insetti. Al momento, in questa lista è presente solo la *vespa velutina*, chiamato calabrone asiatico, che rappresenta una vera e propria minaccia nei confronti delle comunità apiarie presenti nel territorio. [8]

Per quanto riguarda tutto ciò che concerne l'**animal welfare**, i legislatori europei hanno lasciato al di fuori di qualunque normativa ogni animale invertebrato e quindi anche gli insetti, e questo significa che ad oggi i produttori di insetti non sono limitati da nessun obbligo legale per il benessere animale.

I produttori di insetti e loro derivati per uso zootecnico devono essere registrati come “imprenditori nel business dei mangimi” dalle autorità competenti nazionali, come dice il regolamento 183/2005, che definisce gli standard di sicurezza e di igiene, ed essendo gli insetti impiegati come componenti dei mangimi sono associati ai “prodotti di origine animale” e quindi subiscono una serie di obblighi da parte del regolamento 1069/2009.

Gli insetti devono inoltre essere allevati e trasformati in stabilimenti specificamente approvati per quello scopo.

Nell'aprile 2021 gli Stati membri dell'UE hanno votato positivamente all'utilizzo di proteine di insetti anche per l'alimentazione di pollame e maiali (prima era permesso solo per cani e pesci). Questo rappresenta una grande innovazione in questo campo, e sarà la base per future modifiche ed eventuali integrazioni. [8]



## Fig.1

Come si può vedere da questa immagine presa dal sito ufficiale dell'IPIFF (IPIFF, *Insect producers must conform with the same general rules that apply to operators in other sectors [8]*), gli insetti che vengono impiegati per la produzione di mangimi possono essere alimentati solo con: substrati vegetali oppure prodotti alimentari a base di vegetali, latticini o ovoprodotti. Non sono ammessi prodotti a base di carne e pesce, parti di animali macellati e letame.

Gli insetti alimentati in questo modo possono essere poi usati per l'alimentazione degli animali: per pesci, pollame e maiali possono essere impiegate le proteine isolate, i grassi e insetti vivi.

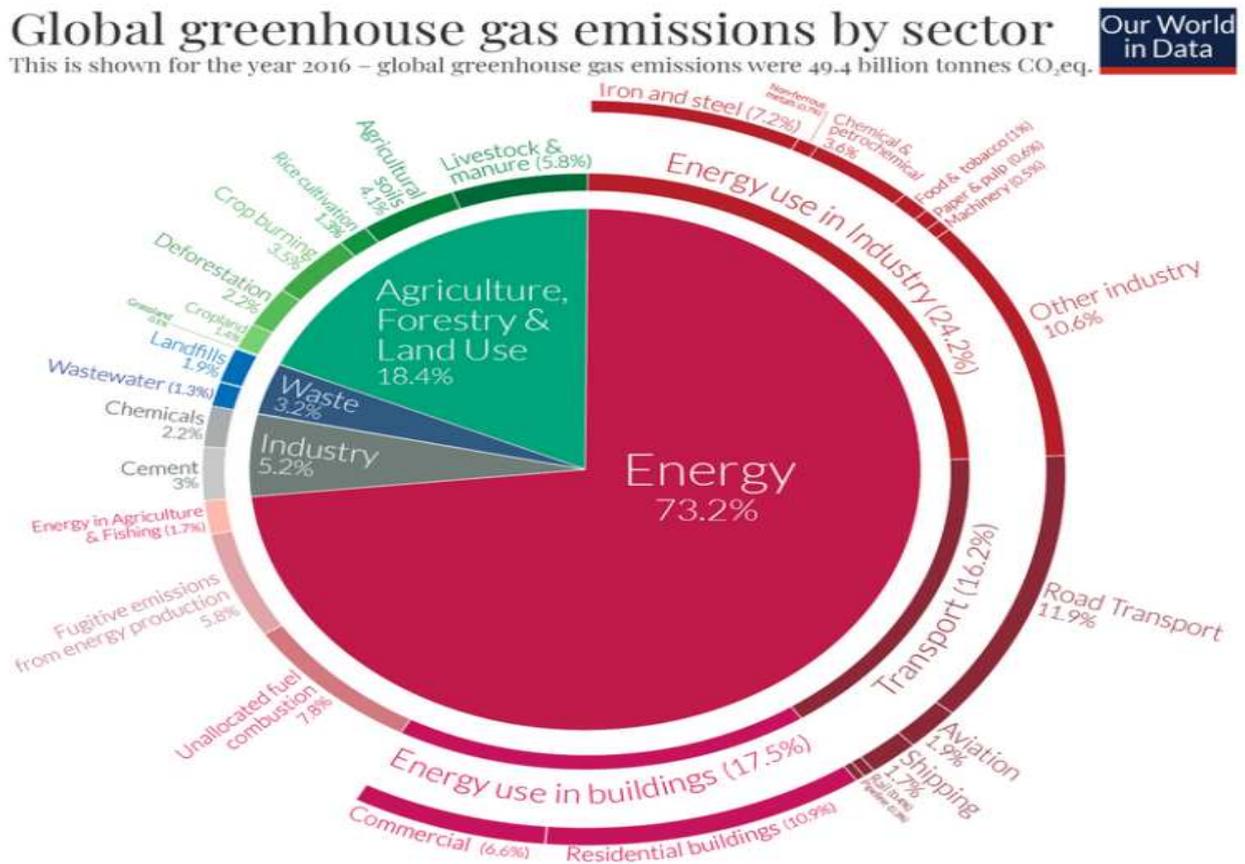
I cani invece possono essere alimentati anche con insetti interi che hanno subito ulteriori processi, come disidratazione oppure congelamento. [8]

## CAPITOLO 2: IMPATTO AMBIENTALE

### → 2.1 Generalità

Secondo un report della FAO, Food and Agriculture Organization, circa “56 miliardi di mammiferi e uccelli vengono macellati ogni anno”. [2]

Si legge in un report della FAO intitolato “*The Long Shadow of the Animal Industry*”, il consumo globale di carne è raddoppiato tra il 1980 e il 2002, e secondo le previsioni future, entro il 2050, la produzione mondiale di carne si aggirerà intorno ai 465 milioni di tonnellate, che se paragonati ai 229 Fig.2



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world’s largest problems.  
Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020).

Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).

milioni di tonnellate prodotte nel 1999, si tratta di una quantità più che raddoppiata. [9]

Secondo le ultime stime, tra il 1950 e il 2010 si è verificato un aumento del consumo di carne di quasi cinque volte, passando da 45 miliardi a 286 miliardi di chilogrammi di consumo annuo mondiale (42 kg pro capite in media).

La FAO sostiene che “entro il 2050 si potrebbe arrivare addirittura a 410 miliardi di kg, a causa dell’espansione demografica da 7 a 9 miliardi di persone.” [2]

Al giorno d’oggi, le proteine di origine animale rappresentano oltre il 40% del consumo totale, e la richiesta è in continua crescita specialmente in Cina e India. [1]

Allo stesso modo, anche la produzione di latte tenderà a raddoppiare, passando da 580 a 1043 milioni di tonnellate annui. [9]

L'allevamento è fonte di un ampio spettro di problematiche ambientali.

Il primo, per importanza, è l’effetto sul cambiamento climatico. Secondo la FAO, l’industria dell’allevamento di bestiame è responsabile della produzione di circa il 18% dei gas ad effetto serra, mentre secondo Goodland e Anhang questo valore sarebbe sottostimato, attestandosi in realtà attorno al 51%, con una quantità di diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) liberata nell’atmosfera di circa 32.564 milioni di tonnellate/anno. [9]

## → [2.2 Gas ad effetto serra](#)

Secondo la FAO[10], il settore dell'allevamento è responsabile della produzione di circa 8,1 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti nel 2010. Il dato è calcolato considerando anche N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>, i quali hanno un fattore di moltiplicazione per ogni chilo rispettivamente di 298 e 34.

Il metano contribuisce da solo per circa il 50%, seguito dall'ossido di azoto con il 24% e anidride carbonica 26%.

La categoria di animali più inquinanti è quella dei bovini, la quale, sul totale di 8 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti, ne produce circa 5 miliardi, ovvero il 62%, seguita da suini, con 0,82 miliardi di tonnellate, pollame e altri ruminanti con quantità però nettamente inferiori.

All'interno della categoria dei ruminanti troviamo al primo posto i bovini da carne (3 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti) e al secondo le vacche da latte (1,6 miliardi di tonnellate).

Una maniera interessante per valutare l'inquinamento specifico di una determinata categoria di animali allevati è di rapportare la quantità di emissioni liberate per chilogrammo di proteine.

In questa scala, troviamo al primo posto il bufalo, il quale produce 404 kg di CO<sub>2</sub> eq. per kg di proteine corporee, seguito dal bovino da carne, con un valore di 295 kg di CO<sub>2</sub> eq.

I valori più bassi si riscontrano in suini, pollame sia da carne che da uova, e anche vacche da latte, tutti sotto la soglia dei 100 kg di CO<sub>2</sub> equivalenti. Per finire, le emissioni di gas da parte degli animali allevati possono avere diverse origini.

Il metano viene prodotto principalmente attraverso la fermentazione enterica, che avviene durante il processo digestivo dei ruminanti, anche se minori quantità di metano possono essere prodotte anche durante la

digestione dei non ruminanti. Questo aspetto è correlato alla qualità degli alimenti, più alta è la quantità di fibre, più alta è la quantità di emissioni.

Anche il letame è una fonte di emissione di gas, in particolare metano, prodotto con la fermentazione anaerobica durante il processo di decomposizione, e anche di ossido di azoto.

Inoltre, il letame emette ammoniaca, la quale, combinata con altre sostanze inquinanti dell'aria come, ad esempio, ossidi di azoto e solfati, portano alla formazione di particelle solide minuscole. Quando esse vengono inalate dagli esseri umani, possono a lungo andare, creare delle patologie in cuore e polmoni, e si ritiene siano responsabili di circa 3.3 milioni di morti nel mondo ogni anno.

Una grande quantità di emissioni è inoltre legata al settore della produzione dei mangimi, associato a quello dell'allevamento.

Su questo fronte si aggiunge anche l'inquinamento derivante dall'utilizzo di fertilizzanti e pesticidi per la coltivazione delle materie prime, e poi l'aspetto energetico legato all'utilizzo di macchinari e strutture.

Tra le varie zone nel mondo, troviamo al primo posto per quantità di emissioni l'America latina e i caraibi (1,9 miliardi di tonnellate), legato per oltre il 60% ai bovini da carne, seguita dalle zone dell'Est e Sud-Est asiatiche (1,57 miliardi di tonnellate) e Sud asiatico (1,5). L'Europa produce circa 0,706 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> equivalenti. [10]

Questi numeri spiegano il motivo per cui questo settore è il secondo, su scala globale, per inquinamento prodotto, dietro solamente al settore della produzione di elettricità, e addirittura prima rispetto al settore dei trasporti, il quale è responsabile per circa il 13-14%.

I principali gas prodotti sono:

- **Anidride carbonica** (CO<sub>2</sub>): questo gas aumenta l'effetto serra poiché lascia passare l'energia del Sole, ma assorbe le radiazioni prodotte dalla Terra, creando una vera e propria serra atmosferica. In quantità normali è indispensabile, altrimenti la terra sarebbe molto più fredda di quanto lo è ora; [11]
- **Ossido di azoto** (N<sub>2</sub>O), un gas che rimane nell'atmosfera per 150 anni prima di essere eliminato, anche questo tra i responsabili del riscaldamento ambientale e della degradazione dello strato protettivo di ozono;
- **Metano** (CH<sub>4</sub>), circa il 35-40% del prodotto è legato all'allevamento. È il principale responsabile dell'effetto serra, e ha un potere, in termini di riscaldamento dell'atmosfera, di 80 volte superiore rispetto a quello della CO<sub>2</sub>; infatti, è responsabile per il 23% dell'aumento delle temperature dall'epoca preindustriale;
- **Ammoniaca** (NH<sub>3</sub>), di cui il settore è responsabile della produzione per il 64% del totale, la quale contribuisce pesantemente alle piogge acide e all'acidificazione dell'ecosistema. [9.]

I ricercatori hanno rivelato che entro il 2030 molto probabilmente, a causa dell'allevamento, verrà superato il limite annuale di 256 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> prodotte.

Anche la produzione di metano sta drasticamente aumentando, infatti la *U.S.A Environmental Protection Agency* ha dichiarato che negli ultimi 15 anni le emissioni di metano legate all'allevamento di maiali è cresciuta del 37%, mentre nel caso dei bovini sono aumentate addirittura del 50%.

Oltre all'inquinamento prodotto dagli animali allevati attraverso le deiezioni, un'altra fonte di inquinamento ambientale è sicuramente

l'utilizzo di fertilizzanti a base di azoto, i quali liberano nell'ambiente gas tossici e possono, attraverso la percolazione, raggiungere la falda acquifera e contaminare le acque. [9.]

### → [2.3 Gli altri effetti sull'ambiente](#)

Gli animali, come è fisiologico che sia, si nutrono e, come tutti gli esseri viventi, producono in seguito delle deiezioni.

Secondo i dati, nel 2012, negli Stati Uniti sono stati prodotti 369 milioni di tonnellate di letame, che rappresentano una quantità pari a 13 volte superiore rispetto agli scarti umani prodotti da tutta la nazione, sempre secondo un'analisi da parte dell'USDA. [10]

Il problema è che queste deiezioni, a differenza delle nostre che vengono trattate grazie agli impianti di depurazione dei sistemi fognari, in agricoltura, rappresentano una risorsa per incrementare la produttività del suolo, e quindi non vengono eliminate ma sparse nei terreni agricoli.

La quantità usata nei terreni dovrebbe essere commisurata alle reali necessità delle piante, ma spesso per smaltire questi volumi troppo elevati i terreni vengono sovraccaricati, oltre al loro livello di assorbimento, e di conseguenza la parte eccedente viene dilavata dalle piogge e finisce in profondità, nelle falde acquifere.

Quando le piogge dilavano le deiezioni, si crea un liquido contenente grandi quantità di sostanze chimiche, come ad esempio sostanze azotate e contenenti fosforo, oltre ad antibiotici ed una elevatissima carica batterica, che, trasportate dalle acque di falda, possono raggiungere laghi

e lagune, provocando l'effetto denominato eutrofizzazione, ovvero la proliferazione eccessiva di batteri e alghe nelle acque contaminate. [12]

Il secondo impatto ambientale riguarda lo sfruttamento del **terreno**. Il settore dell'allevamento utilizza circa 1/3 del suolo complessivo mondiale, e circa il 2/3 della superficie agricola.

Tra il 1700 e il 1980 la quantità di terreno destinato all'agricoltura è incrementata di quasi sei volte.

Oltre a questo, negli ultimi anni si è assistito ad uno sviluppo dell'agricoltura intensiva e alla meccanizzazione delle pratiche agricole, che ovviamente contribuiscono in maniera massiccia all'inquinamento ambientale.

La domanda di cibo, in costante aumento, assieme alla scarsità di terreno, ha portato negli anni ad una preoccupante deforestazione per convertire queste aree in pascoli per il bestiame.

Il CIFOR, *International Center for Forest Research*, scrive in un articolo che tra il 1990 e il 2000 "un'area grande come il doppio del Portogallo è stata completamente abbattuta". [9.]

Anche al giorno d'oggi questo processo non tende a diminuire, anzi, tra il 2008 e il 2020 in Brasile, grazie al fatto che la legislazione in questo campo è stata ammorbidita, sono stati abbattuti circa 11 mila chilometri quadrati di foresta Amazzonica, il più grande polmone della Terra.

Un altro motivo della deforestazione è la produzione di cibo proprio per gli animali destinati al macello; infatti, circa il 40% di tutto il cibo prodotto a livello mondiale viene impiegato per la produzione di mangime.

La deforestazione porta ovviamente ad una massiccia perdita di biodiversità, moltissime specie di animali, di piante e di insetti si sono ormai estinte. [13]

L'allevamento è poi la più importante causa, legata all'agricoltura, dell'inquinamento della falda acquifera, dovuto principalmente alle deiezioni animali, antibiotici, ormoni, fertilizzanti e pesticidi usati nella produzione di foraggi che poi vengono poi trasportati grazie al dilavamento da parte delle piogge. [9.]

L'USDA ha dichiarato che le parti di animali, cioè i residui della macellazione e il letame di pollame sono le maggiori fonti di inquinamento delle acque. [9]

Inoltre, l'allevamento ha portato ad un grande spreco di risorse, in particolare legate all'**acqua**.

Si stima che entro il 2025, 1.8 milioni di persone vivranno in zone con problemi legati alla carenza di acqua potabile. (FAO, 2012b)

L'agricoltura utilizza circa il 70% dell'acqua potabile, ed è stimato che per produrre 1 kg di proteine animali sono richiesti dai 5 ai 20 litri di acqua in più rispetto alla produzione di un kg di proteine di frumento.

Secondo i calcoli, per produrre 1 kg di pollo sono richiesti 2300 litri di acqua, mentre per produrre 1 kg di bovino ne sono richiesti addirittura 22.000 litri. [2]

Un altro problema importante è la **antibiotico-resistenza**.

I 2/3 degli antibiotici prodotti a livello mondiale non vengono usati a scopo umano e terapeutico, ma vengono impiegati nell'allevamento.

Per evitare la comparsa e la diffusione delle patologie di origine batterica, accentuate del fatto che negli allevamenti intensivi gli animali vivono a stretto contatto tra di loro, gli antibiotici vengono impiegati come promotori della crescita, somministrati in una dose chiamata sub-terapeutica.

Il motivo è quello di prevenire la comparsa di patologie attraverso la creazione di un ambiente selettivo nei confronti dei batteri.

In risposta a questa pressione selettiva, possono avvenire delle mutazioni nel genoma dei batteri che li rende resistenti ad un particolare antibiotico, il quale non potrà più essere usato, poiché non efficace, nel trattamento di una determinata patologia.

Il risvolto negativo negli esseri umani è che, se queste mutazioni sono trasmissibili, i ceppi batterici mutati e quindi resistenti, nel momento in cui infettano gli esseri umani, non potranno più essere combattuti con quell'antibiotico. Nascono così delle resistenze che possono con il tempo sommarsi una all'altra, creando dei ceppi che non sono sensibili a nessun antibiotico.

Il problema delle resistenze agli antibiotici è una delle principali minacce per la salute al giorno d'oggi. Si stima che negli Stati Uniti circa 162.000 persone perdono la vita ogni anno, che è una quantità superiore a qualunque altro tipo di incidente e ne fa di essa la terza causa di morte negli U.S.A all'anno, dietro solamente alle malattie cardiache e ai tumori.

Si ritiene che entro il 2050, l'antibiotico-resistenza sarà la principale causa di morte a livello mondiale. [12]

## CAPITOLO 3: CARATTERISTICHE NUTRIZIONALI

### → 3.1 Aspetto nutrizionale delle farine di insetti

Viste le complicazioni dell'allevamento tradizionale e appurato che il trend della domanda alimentare globale è in aumento esponenziale negli ultimi anni e tenderà ad accentuarsi sempre di più, anche a causa dell'aumento demografico, si è alla ricerca di possibili fonti alimentari alternative, che possano sostituire o comunque integrare quelle già presenti.

Una possibilità potrebbe essere fornita proprio dagli insetti.

La produzione di carne è stata già dichiarata non sostenibile, infatti come riporta la Fondazione Veronesi, "per produrre 1kg di carne di bovino vengono prodotti circa 150 kg di anidride carbonica". [14]

Per produrre 1 kg di proteine dai bachi da seta vengono liberati nell'ambiente circa 15 kg di anidride carbonica, che corrispondono quindi ad un valore 10 volte inferiore rispetto alla carne.

Il contenuto proteico delle farine ricavate dagli insetti è molto elevato, in alcuni casi può raggiungere il 77%. Si tratta inoltre di proteine ad alto valore biologico e con un tenore di aminoacidi essenziali che può variare dal 46 al 96%.

Oltre a questo, gli insetti sono molto ricchi di elementi nutritivi come per esempio rame, selenio, zinco, calcio, magnesio, manganese e fosforo, così come anche vitamine ad esempio biotina, riboflavina, acido pantotenico e acido folico. [15]

Quindi, gli insetti rappresentano una valida fonte nutritiva alternativa, principalmente dovuto al loro elevato tenore proteico, e il loro impatto ambientale è molto basso, in termini di produzione di gas ad effetto serra, richiesta di terreno per il loro allevamento e così come anche una elevata efficienza di conversione delle fonti alimentari in proteine.

Le specie edibili possono essere consumate sia in forma adulta che in forma di larva, ed entrambi presentano un elevato **FCR (Feed Conversion Ratio)**, inteso come rapporto di conversione degli alimenti, calcolando dividendo la quantità di alimento ingerita (espresso in grammi) per l'incremento di peso corporeo (sempre in grammi). [15]

Tra gli animali allevati, troviamo FCR relativamente bassi, come il pollame che ha valori circa di 2,5 kg (servono 2,5 kg di mangime per produrre 1 kg di peso corporeo), 5 kg i maiali e 10 kg i bovini da carne.

L'FCR dei grilli, per esempio è di 1,7, quindi al di sotto di qualunque altro animale allevato.

Un FCR basso permette di ridurre la quantità richiesta di acqua, energia e terreno.

Oltretutto, gli insetti risultano convenienti anche in relazione alla percentuale di edibilità, quindi quantità di parti commestibili, che si attesta attorno al 80%, molto superiore ai bovini, ad esempio, i quali presentano valori attorno al 40%. [2]

In questo contesto, gli insetti possono inserirsi perfettamente, diventando una fonte di proteine importante sia in ambito umano, sia in ambito della produzione di mangimi per la nutrizione degli animali allevati, per gli animali domestici come cani e gatti e per l'alimentazione dei pesci.

Gli insetti possono essere commercializzati in varie forme, in questa tesi non mi concentrerò sul consumo di insetti interi, che per ragioni culturali sono molto distanti dalle nostre abitudini alimentari e quindi sarebbero difficili da integrare all'interno della nostra dieta, ma piuttosto nell'utilizzo di derivati come farine di insetti, da incorporare ad alimenti di consumo quotidiano come per esempio pane, snack o barrette energetiche.

Nel mondo più di due miliardi di persone consumano insetti regolarmente, nonostante ciò, in Europa è un vero e proprio tabù che però, spinto dalla curiosità per prodotti nuovi e salutari, potrebbe trovare in futuro il proprio mercato, seguendo la scia di tutti i più famosi "superfood", dapprima sconosciuti e che poi hanno avuto una rapida diffusione. Ecco perché in paesi come Belgio, Olanda, Svizzera stanno regolando la produzione e commercializzazione, anche per rendere il prodotto più sicuro. [15,16]

### → [3.3 Peptidi bioattivi e proteine](#)

Il contenuto proteico negli insetti può raggiungere percentuali molto elevate, generalmente intorno al 60%, ma che possono arrivare anche a 77% in alcune specie di locuste, cavallette e grilli e oltre a fornire nutrimento e amminoacidi essenziali, apportano anche importanti peptidi bioattivi.

Alcune proteine idrolizzate di *Gryllodes sigillatus* (un grillo) sono in grado di inibire un enzima chiamato dipeptidil peptidasi IV (DPP-IV), coinvolto nella regolazione della secrezione di insulina e nella glicemia. [15]

Un'altra funzione che possono svolgere è quella di inibire un enzima che svolge un'attività di conversione delle angiotensine. In questo modo aiuta

a rilassare i vasi sanguigni e prevenire una serie di disturbi, come per esempio la sclerodermia, alta pressione sanguigna ed emicranie.

Ci sono altri peptidi importanti che per esempio svolgono una funzione di contrasto nei confronti dei radicali liberi oppure hanno azione chelante nei confronti di ioni metallici e sono in grado di inibire il potere riducente.

Si è scoperto inoltre, simulando un processo di digestione, che le proteine degli insetti svolgono un'azione antiossidante più intensa rispetto a proteine idrolizzate di animali o di piante.

*Amphiacusta annulipes* possiede la più forte attività antiradicale nei confronti di una famosa molecola chiamata DPPH (19,1 g/ml) e *Zophobas morio* ha la più elevata attività di contrasto nei confronti di un radicale libero chiamato ABTS (4,6g/ml), il quale viene impiegato nella determinazione della capacità antiossidante di una molecola.

*A.annulipes* possiede anche la più potente attività chelante nei confronti dello ione ferroso ( $Fe^{++}$ ), pari al 58,8% e il più elevato potere riducente (0,652), mentre *Locusta migratoria* ha una fortissima attività chelante nei confronti dello ione rameico ( $Cu^{++}$ ) pari al 86,1%.

Successivamente si è scoperto anche che gli insetti sono una fonte di peptidi con proprietà antinfiammatorie. Le proteine idrolizzate di *Schistocerca gregaria*, una locusta, inibiscono l'enzima lipossigenasi.

Generalmente le migliori proprietà antinfiammatorie, ovvero attività inibitoria della lipossigenasi (LOX) e della cicloossigenasi (COX) sono state riscontrate nei peptidi ottenuti dopo la digestione, piuttosto che negli insetti crudi. [15]

### → 3.4 Carenze nutrizionali dei cereali

I cereali sono da sempre, in molte popolazioni del mondo, alla base dell'alimentazione. Riso, frumento e mais sono i principali.

Il mais, per esempio, apporta sicuramente una buona dose di carboidrati complessi a lento assorbimento, però è carente di alcuni micronutrienti come ferro, calcio e zinco, e con un contenuto proteico scarso, intorno all'8%.

Il modo più comune di consumare il frumento è sottoforma di pasta, molto veloce e versatile, seguita dal pane. La pasta è una buona fonte di carboidrati complessi (74-77%) e di proteine (11-15%), però è una scarsa fonte di sodio, aminoacidi e grassi totali.

La pasta di qualità migliore si ottiene con la farina di grano duro (*Triticum durum*) ovvero la semola, che possedendo una grande quantità di glutine permette di ottenere un prodotto finale di qualità molto elevata, e un contenuto di carotenoidi che conferisce un colore acceso e invitante. Il problema è che la farina di grano duro, nel mondo, rappresenta solo un 5% di tutta la produzione mondiale, anche in virtù del fatto che ha dei costi di produzione più elevati e spesso la pasta per questo motivo viene prodotta con farine di grano comune (*Triticum aestivum*).

La maggior parte della pasta, inoltre, viene prodotta con farine raffinate, le quali hanno il vantaggio di essere ricche di carboidrati più facilmente digeribili, ma lo svantaggio è che rimuovendo la parte corticale delle cariossidi avremo una farina più povera di fibre e di altre molecole biologicamente attive, come acido fenolico, flavonoidi e vitamine. [17] [15]

## CAPITOLO 4: APPLICAZIONI ALIMENTARI

In tale contesto si inserisce perfettamente l'aggiunta di farina di insetti alla farina tradizionale di cereali, per avere un prodotto finale "rafforzato" dal punto di vista delle caratteristiche nutrizionali. Normalmente, la farina di insetti può essere aggiunta in un range compreso tra 5 e 40%, con le migliori performance in termini di caratteristiche finali del prodotto espresse con un'integrazione del 10%.

### 4.1 Prova numero 1: pane

Come riporta la pubblicazione di Acosta-Estrada Et al., 2021 [15], sono state fatte delle prove sul pane di frumento, il quale è stato arricchito con farina di scarafaggio (*Nauphoeta cinerea*), mosca soldato nero (*Hermetia illucens*), grilli adulti (*Acheta domesticus*), tarma della farina (*Tenebrio molitor*) in una proporzione del 5%.

La farina di insetti contiene normalmente una quantità di lipidi tra il 27 e il 36% sul peso secco, e una quantità di proteine che varia dal 45 al 61%, oltre ad un contenuto di minerali che varia dal 3 al 10%.

Tutti gli impasti testati con le diverse farine non mostravano significative variazioni nelle caratteristiche tipiche, e il prodotto finale ovvero il pane presentava caratteristiche organolettiche accettabili e un profilo nutrizionale migliorato. Nello specifico, proteine, lipidi e fibre hanno avuto un incremento rispettivamente del 12.7, 246 e 120%.

Delle varie farine testate, quella di *N. cinerea* ha delle caratteristiche piuttosto particolari. Ha un contenuto proteico del 63% e lipidico del 23%, e il pane prodotto con l'aggiunta di questa farina presenta un'elevata percentuale di acidi grassi polinsaturi come omega-6 e omega-9.

## **Conclusioni**

Sono state fatte tre prove con questa farina, in tre diverse proporzioni ovvero 5, 10 e 15%. I risultati migliori sono stati forniti dalla formulazione al 10%, in cui il contenuto proteico è stato incrementato del 49% rispetto al campione iniziale e non sono state osservate alterazioni organolettiche, per esempio una mollica eccessivamente morbida e ottenendo un punteggio elevato dal punto di vista qualitativo, se comparato con il pane bianco di farina raffinata oppure quello ottenuto da farina integrale. [15]

## **Prova numero 2: pane (2)**

In questo studio di González C.M., Et al., 2019, [18] viene studiato il comportamento e le caratteristiche degli impasti e del pane prodotto con l'aggiunta delle seguenti farine di insetti: larve di *Hermetia illucens*, *Acheta domestica* e *Tenebrio molitor*.

La prima analisi viene svolta su un impasto formato esclusivamente da farina di frumento, il quale diventerà lo standard di riferimento, mentre la seconda su un impasto in cui un 5% di farina di frumento viene rimpiazzata dalle farine dei diversi insetti.

Prima di tutto deve essere definita la composizione chimica degli insetti utilizzati.

La farina di insetti mostra un profilo nutrizionale più ricco e completo della farina di frumento, per lo meno per quanto riguarda le proteine, in primis, e poi i grassi. I carboidrati sono invece più scarsi, e presenti in una quantità che varia tra 14,84 e 16,24%.

<b>campioni</b>	<b>frumento</b>	<b><i>H. illucens</i></b>	<b><i>A. domestica</i></b>	<b><i>T. molitor</i></b>
<b>proteine</b>	12.69±0.60	45.09 ± 0.82	56.58 ± 0.86	48.82 ± 0.76
<b>NPN</b>	-	0.52 ± 0.02	0.66 ± 0.00	0.85 ± 0.07
<b>grassi</b>	1.19±0.02	35.82 ± 0.66	27.08 ± 0.72	30.69 ± 0.80
<b>ceneri</b>	0.64±0.01	4.25 ± 0.00	4.02 ± 0.01	4.25 ± 0.01
<b>carboidrati</b>	85.57±0.58	14.84 ± 0.35	12.33 ± 0.41	16.24 ± 0.63
<b>chitina</b>	-	3.52 ± 0.22	4.46 ± 0.44	4.73 ± 0.51

**tab.1**

I parametri dell'impasto che vengono misurati sono: quantità di acqua assorbita da parte dell'impasto prima di raggiungere la consistenza desiderata, espressa in ml per 100 g di farina al 14% di umidità, tempo necessario per lo sviluppo dell'impasto o per raggiungere la consistenza desiderata, e stabilità dell'impasto durante il mescolamento, che indica la quantità di tempo trascorso in cui l'impasto mantiene la massima consistenza.

Il primo parametro che subisce una modificazione è l'assorbimento di acqua, che tende a diminuire sensibilmente. Nello specifico, essa passa da 58.80 ± 0.12% a 56.90 ± 0.10%, 58.20 ± 0.15% e 57.70 ± 0.17% rispettivamente per *H. illucens*, *A. domesticus* e *T. molitor*. Generalmente, un incremento del contenuto di proteine si accompagna ad un aumento dell'assorbimento di acqua da parte dell'impasto, a differenza di ciò che si evince dai dati riportati.

Il motivo probabilmente è nel tipo di amminoacidi che compongono le proteine.

Il tempo di sviluppo, ovvero la quantità di tempo che trascorre prima che l'impasto raggiunga la consistenza desiderata, risulta più alto.

La stabilità dell'impasto invece aumenta considerevolmente, per esempio il pane contenente *A. domestica* e *T. molitor* ha una stabilità di  $4.4 \pm 0.3$  minuti, mentre quello contenente *H. illucens* addirittura  $7.5 \pm 0.3$  minuti, contro il pane standard, che presenta un valore di  $1.1 \pm 0.2$  minuti.

Sia il tempo di sviluppo, che la stabilità dell'impasto, sono due indicatori della forza della farina. In particolare, il valore così alto ottenuto in presenza di *H. illucens* era stato inizialmente attribuito all'elevata presenza di grassi, però facendo la prova con la stessa farina senza grassi, il valore si abbassa di poco.

Ancora una volta quindi, questi valori sono da attribuire alla particolare composizione di proteine e amminoacidi.

**Table 2**  
Effect of insect flour (5%) on textural and color parameters, moisture content and specific volume of breads.

	Wheat	<i>H. illucens</i>	<i>H. illucens defatted</i>	<i>A. domestica</i>	<i>T. molitor</i>
Moisture (%)	31.73 ± 1.37 <sup>a</sup>	35.10 ± 1.24 <sup>b</sup>	29.59 ± 1.18 <sup>a</sup>	30.89 ± 1.15 <sup>a</sup>	32.06 ± 1.15 <sup>a</sup>
Specific volume (ml/g)	3.54 ± 0.05 <sup>c</sup>	2.03 ± 0.14 <sup>a</sup>	2.29 ± 0.24 <sup>a</sup>	3.46 ± 0.15 <sup>c</sup>	3.07 ± 0.13 <sup>b</sup>
Texture parameters					
Hardness (N)	3.24 ± 0.65 <sup>a</sup>	28.39 ± 4.16 <sup>c</sup>	12.50 ± 2.48 <sup>b</sup>	3.99 ± 0.46 <sup>a</sup>	3.62 ± 0.23 <sup>a</sup>
Springiness	1.12 ± 0.13 <sup>b</sup>	0.84 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.76 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.06 ± 0.05 <sup>b</sup>	1.06 ± 0.19 <sup>b</sup>
Cohesiveness	0.91 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.71 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.73 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.86 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.87 ± 0.01 <sup>b</sup>
Chewiness (N)	3.15 ± 0.85 <sup>a</sup>	17.67 ± 2.78 <sup>c</sup>	6.75 ± 1.60 <sup>b</sup>	3.70 ± 0.38 <sup>a</sup>	3.21 ± 0.45 <sup>a</sup>
Resilience	0.49 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.19 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.19 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.47 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.48 ± 0.01 <sup>b</sup>
Color					
L*	66.51 ± 1.43 <sup>c</sup>	57.22 ± 1.56 <sup>a</sup>	57.79 ± 0.82 <sup>a</sup>	60.19 ± 1.06 <sup>b</sup>	60.66 ± 1.14 <sup>b</sup>
a*	-0.67 ± 0.12 <sup>a</sup>	3.38 ± 0.18 <sup>c</sup>	3.22 ± 0.15 <sup>c</sup>	1.18 ± 0.24 <sup>b</sup>	1.15 ± 0.23 <sup>b</sup>
b*	14.64 ± 0.65 <sup>a</sup>	21.26 ± 0.28 <sup>c</sup>	21.08 ± 0.17 <sup>c</sup>	16.92 ± 0.58 <sup>b</sup>	17.17 ± 0.41 <sup>b</sup>

**Tab.2**

Le analisi svolte sul pane riguardano i parametri strutturali e il colore.

Per quanto riguarda il volume, fatta eccezione per il pane contenente farina di *A. domestica*, è stata osservata una riduzione rispetto al pane standard, legata all'aumento del contenuto di fibre, come si è potuto notare anche con l'aggiunta di legumi.

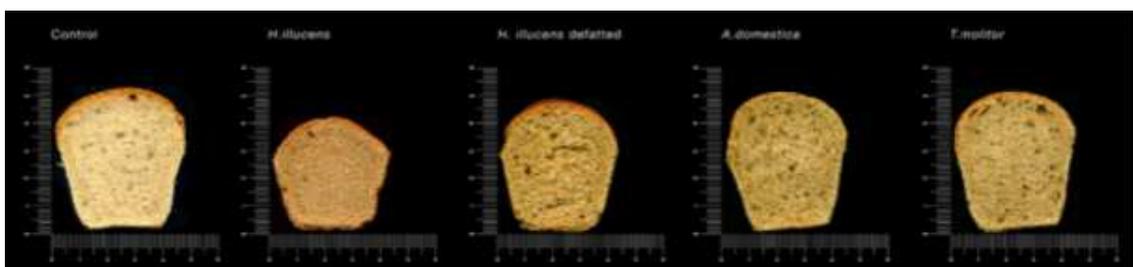
Il pane arricchito con *H. illucens* mostra delle differenze significative in tutti i vari parametri, con una mollica più dura e una minor elasticità, coesione e capacità di recupero, mentre il pane prodotto con le farine degli altri due insetti, non presenta particolari cambiamenti nei parametri.

Dal punto di vista dei parametri strutturali, i risultati peggiori sono stati ottenuti con il pane arricchito con *H. illucens*. Il motivo si presumeva fosse a causa del maggior contenuto di grassi, ma una volta rifatta la prova con la farina senza la componente lipidica i risultati ottenuti erano molto simili. Se ne deduce che siano i carboidrati e le proteine responsabili del peggioramento dei parametri.

L'ultimo parametro che prendiamo in considerazione è il colore, che assieme alla struttura e al volume influiscono sulla percezione visiva da parte del consumatore.

Tutte e tre le farine hanno portato ad un pane con una riduzione della luminosità, una colorazione più tendente al rossastro e al giallo.

Anche l'utilizzo di farine di lenticchie o fagioli ha portato a dei risultati molto simili a quello del pane con *H. illucens*.



### Fig.3

Dal punto di vista delle caratteristiche nutrizionali, il pane arricchito con farina di *A. domestica* è quello con il maggior contenuto di proteine, ovvero 10,43% rispetto al 9% del pane standard, ed è ciò che ci si aspettava dato che la farina è quella con la percentuale più elevata.

Si osserva anche una riduzione del contenuto di carboidrati, seppur minima, i quali passano da 58.35% a 57.02% e inoltre un significativo incremento dei minerali.

Come si poteva immaginare, anche il contenuto di TDF (Total Dietary Fiber) è aumentato grazie al contributo delle sue due componenti, ovvero la SDF (Soluble Dietary Fiber) e IDF (Insoluble Dietary Fiber), in proporzione di più la prima, ovvero quella solubile.

Ad ogni modo, ci sono delle grandi divergenze tra gli insetti rispetto al contenuto di fibre, a seconda della specie e dello stadio fisiologico, e può variare da un 5 ad un 25%.

Per concludere, il pane contenente farina di *A. domestica* mostra un aumento del contenuto di proteine e di fibre alimentari, principalmente solubili, e un leggero aumento del contenuto di lipidi. [18]

**Table 3**  
Nutritional composition of breads obtained by replacing 5% wheat flour with diverse insects' flour.

Samples	Wheat	<i>H. illucens</i>	<i>H. illucens</i> defatted	<i>A. domestica</i>	<i>T. molitor</i>
Protein	9.00 ± 0.03 <sup>a</sup>	9.87 ± 0.03 <sup>b</sup>	11.59 ± 0.17 <sup>c</sup>	10.43 ± 0.04 <sup>d</sup>	10.13 ± 0.04 <sup>c</sup>
Fat	0.23 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.71 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.20 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.78 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.90 ± 0.00 <sup>d</sup>
Ash	0.69 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.76 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.91 ± 0.00 <sup>d</sup>	0.87 ± 0.00 <sup>c</sup>	0.85 ± 0.02 <sup>c</sup>
Carbohydrates	58.35 ± 0.07 <sup>c</sup>	53.56 ± 0.03 <sup>a</sup>	57.72 ± 0.18 <sup>d</sup>	57.02 ± 0.04 <sup>c</sup>	56.06 ± 0.07 <sup>b</sup>
TDF	1.30 ± 0.13 <sup>a</sup>	2.72 ± 0.36 <sup>b</sup>	n.d.	2.73 ± 0.30 <sup>b</sup>	3.15 ± 0.03 <sup>c</sup>
IDF	1.16 ± 0.37 <sup>a</sup>	1.34 ± 0.05 <sup>ab</sup>	n.d.	1.30 ± 0.03 <sup>a</sup>	1.88 ± 0.39 <sup>c</sup>
SDF	0.13 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.38 ± 0.00 <sup>c</sup>	n.d.	1.43 ± 0.00 <sup>d</sup>	1.27 ± 0.00 <sup>b</sup>

Means in rows followed by different letters are significantly different ( $P < 0.05$ ). Proximate values are expressed in g/100 g wet matter basis. TDF – total dietary fiber, IDF – insoluble dietary fiber, SDF – soluble dietary fiber. n.d. not determined.

### Tab.3

#### Conclusioni

L'aggiunta di un 5% di farina dei tre insetti presi in considerazione (*T. Monitor*, *H. illucens*; *A. domestica*) ha prodotto delle variazioni delle proprietà reologiche dell'impasto, come ad esempio la minor quantità di acqua assorbita, e aumentando la stabilità nel caso di *H. illucens* e *A. domestica*.

Tra i tre presi in considerazione, il pane contenente *A. domestica* è quello con le caratteristiche tecnologiche più simili al campione di pane standard, e con un maggior contenuto di proteine e fibre.

Questi risultati quindi ci permettono di constatare l'efficacia dell'utilizzo delle farine di insetti per migliorare l'apporto nutrizionale del pane, specialmente per quanto riguarda l'aspetto proteico, e allo stesso tempo di mantenere un profilo organolettico accettabile da parte del consumatore.

#### Prova numero 3: pasta

La pasta è un altro alimento che si presta molto bene all'integrazione con farine di varie origini, tra cui anche quella di insetti.

In questo studio di Çabuk B., e Yilmaz B., 2020, [21] sono stati studiati gli effetti dell'aggiunta di un 15% di farina di *Tenebrio molitor* e *Locusta migratoria* nella pasta di frumento all'uovo.

Per la prova, sono stati creati degli impasti aggiungendo anche farina di fagioli e di lenticchie, per poter fare poi una comparazione tra i campioni di pasta rafforzati con i legumi e quelli con le farine di insetti.

La prima valutazione riguarda i parametri di cottura.

Nello specifico, il tempo di cottura passa da 15,3 minuti della pasta all'uovo standard ai 23 della pasta contenente *T. molitor*, ovvero 7,7 minuti in più. Anche nel caso della pasta con i legumi c'è stato un aumento, seppur minore. La causa può essere un aumento del contenuto di fibre e contemporaneamente una riduzione del contenuto di amido.

Un'altro parametro che viene analizzato è l'assorbimento di acqua, il quale risulta più basso nella pasta contenente farina di *T. molitor*, attestandosi attorno ad un valore di 179.5 g/100 g rispetto al valore di 206,9 g/100 g della pasta di riferimento.

Questo accade anche con l'aggiunta delle farine di legumi e in generale di farine molto proteiche, che proprio a causa dell'elevato contenuto di proteine e della loro composizione in aminoacidi e fibre, alterano l'assorbimento di acqua.

Un parametro fortemente collegato alla qualità della pasta è invece l'espansione volumetrica, la quale è relazionata all'assorbimento di acqua, e proprio per questo motivo che nella pasta contenente la farina di insetti avviene una riduzione del valore. In questo caso la valutazione è quindi negativa rispetto alla pasta all'uovo standard.

Per quanto riguarda invece l'aspetto nutrizionale, esso appare migliorato.

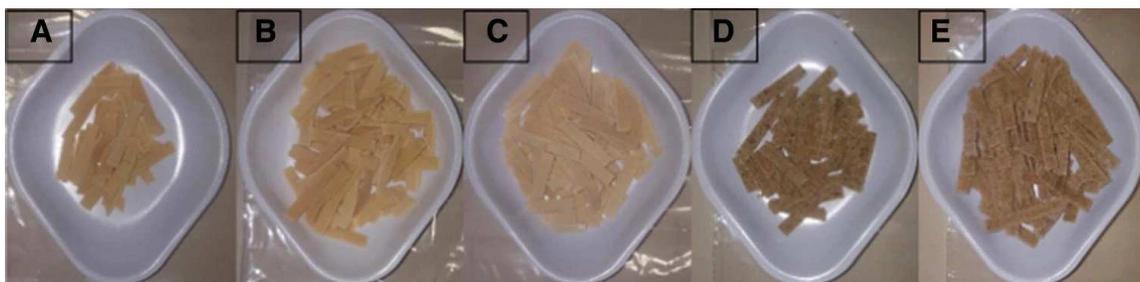
Prendendo l'esempio delle proteine, si passa da una pasta standard contenente il 12,9% di proteine, alla pasta contenente *T. molitor* che

possiede un valore di 18,3% e quella contenente *L. migratoria* con un valore di 19,5%.

I valori sono più alti se paragonati alla pasta contenente farina di lenticchie e fagioli, con valori di rispettivamente 14,6 e 14,7%.

Anche la fibra aumenta, passando da 0,8% a 2,2% nel caso di *T. molitor* e 1,7% nel caso di *L. migratoria*, attestandosi più alti rispetto alla pasta con farine di legumi.

L'ultimo parametro che viene valutato, molto importante in quanto uno delle caratteristiche esteriori che incidono più significativamente nella scelta da parte del consumatore, è il colore.



**Fig.4**

Nell'immagine A) è presente il campione di riferimento, ovvero la pasta con 100% di farina di frumento.

Le ultime due, ovvero la D) e la E), sono rispettivamente le tipologie di pasta prodotte con *L. migratoria* e *T. molitor*.

Si può notare che il colore è tendenzialmente più scuro, non eccessivamente, e ricorda molto la pasta prodotta con la farina integrale.

Come nel caso del pane, c'è una riduzione della lucentezza in relazione al campione standard.

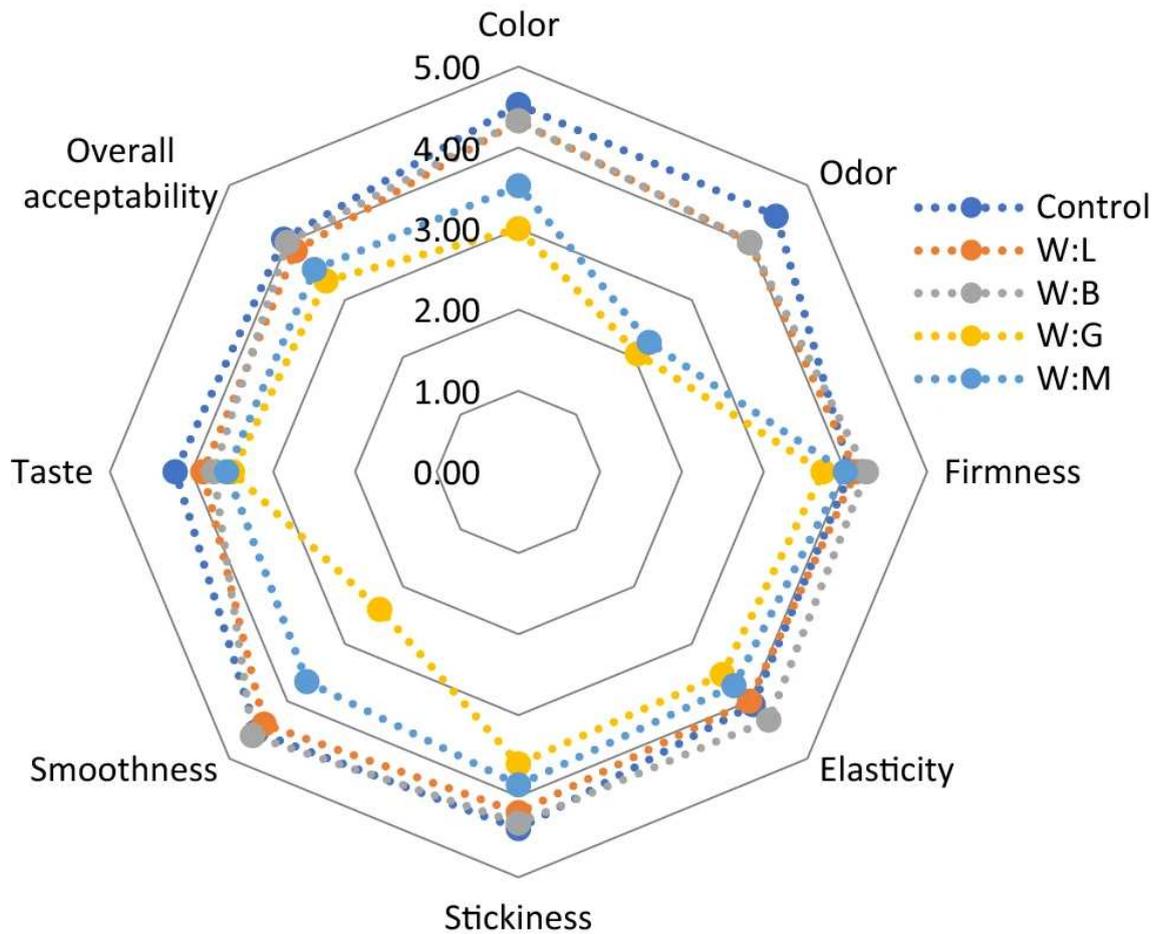
Nel caso della pasta integrata con la farina di legumi non si sono verificati particolari cambiamenti nella tonalità.

Per quanto riguarda l'aspetto sensoriale dei campioni, sono stati valutati presso l'AHEP University of Gastronomy and Culinary Arts Department (Gastronomy and Culinary Arts Department, Faculty of Arts and Design, Alanya Hamdullah Emin Pas, a University, Alanya, Antalya, Turkey).

Le tipologie di pasta che hanno raggiunto il punteggio maggiore in riferimento al colore sono quelle realizzate con le farine dei legumi; infatti, sono rimaste molto simili alla pasta di frumento.

I punteggi peggiori ottenuti da entrambi i tipi di pasta contenenti la farina di insetti sono relativi all'odore e alla durezza.

Negli altri parametri, quali la stabilità, elasticità, viscosità, sapore e accettabilità generale, il punteggio è stato elevato tanto quanto la pasta contenente i legumi.



**Fig.5**

### **Conclusione**

La pasta è un prodotto fondamentale perché può essere prodotta e poi conservata per lunghi periodi di tempo.

La ricerca mostra chiaramente che sia aggiungendo le farine di legumi, sia aggiungendo le farine di insetti, si ottiene un prodotto di qualità superiore per quanto riguarda l'apporto nutrizionale, anche se il prodotto con il contenuto proteico più elevato lo si è ottenuto attraverso l'aggiunta di farina di *L. migratoria*, il quale ha anche il minore contenuto di amido al suo interno.

D'altro canto, però, è chiaro che l'aggiunta di farine proteiche di diverse origini modifica significativamente anche le caratteristiche di cottura della pasta, principalmente a causa della riduzione del contenuto di glutine.

Questo studio, quindi, rivela che le farine di insetti possono essere incorporate all'interno della pasta con successo per migliorare il profilo nutrizionale, e allo stesso tempo sarebbe utile l'aggiunta di erbe o spezie in modo tale da rendere l'odore più gradevole e invitante.

Va sempre tenuto a mente che le caratteristiche della pasta sono direttamente collegate al tipo di insetto da cui si ricava la farina.

#### Prova numero 4: salsiccia

Le applicazioni delle farine di insetti non si limitano ai prodotti a base di cereali, ma esse possono essere impiegate anche come ingredienti di prodotti estremamente diversi. In questo caso, sempre nella pubblicazione di Acosta-Estrada B.A., Et al., 2021 [15], le farine ricavate dalla larva delle farine (*T. molitor*) e le pupe dei bachi da seta (*Bombyx mori*) sono state usate per rimpiazzare la carne magra di maiale, in una quantità pari al 10%, per la realizzazione di salsicce.

La solubilità delle proteine mostra un leggero decremento, passando da 17,36 mg/g a 16,82 – 16,93 mg/g, e un leggero incremento del pH che passa da 6,04 a 6,32 – 6,37. (il primo dato fa riferimento al *T. molitor* mentre il secondo a *B. mori*).

Per quanto riguarda i parametri strutturali, entrambi i prodotti contenenti le farine di insetti mostrano una resa di cottura aumentata di circa il 2%, e una consistenza più solida, dovuta principalmente alla minor quantità di

acqua presente (l'umidità si aggira intorno all' 8%) che si traduce in un prodotto caratterizzato da una maggior coesione e una migliore masticabilità,

Per quanto concerne l'aspetto nutrizionale, confrontando poi il prodotto finito con quello di riferimento (salsiccia standard), esso presenta una maggior quantità di proteine e di grassi, rispettivamente 21 e 5%.

Oltre al già menzionato incremento di proteine e di grassi, molto importante è anche l'apporto di minerali molto consistente, infatti si può notare che lo zinco aumenta del 89%, calcio e magnesio presentano dei valori doppi rispetto al prodotto non "trattato"; il rame presenta un valore di 6 volte più alto e il ferro di circa 1,5 volte.

Dal punto di vista delle caratteristiche organolettiche, la salsiccia contenente il 10% di farina di insetti non presenta significative variazioni di olfattive e gustative.

### **Conclusione**

Anche in questo caso l'aggiunta di un 10% di farina di insetti all'interno di un prodotto di origine animale ha generato effetti positivi, senza ripercussioni sulle caratteristiche organolettiche delle salsiccie o sulla loro struttura, migliorando l'apporto nutrizionale in particolare di proteine e di minerali.

## Prova numero 5: barrette energetiche

Un altro prodotto alimentare, molto interessante, che è stato studiato e riportato da Acosta-Estrada Et al., 2021, [15] sono le barrette proteiche arricchite con farina di insetti.

Questi prodotti sono già esistenti e si possono trovare in commercio.

Il punto di forza di questo tipo di prodotto è il fatto che generalmente, nella formulazione vengono aggiunte delle sostanze che conferiscono un sapore molto marcato, come ad esempio il cioccolato, che hanno la caratteristica di coprire il gusto degli altri ingredienti.

Inoltre, sono prodotti destinati ad un segmento di mercato molto specifico che li usa per implementare l'apporto proteico giornaliero, e quindi probabilmente più propensi ad un consumo di barrette contenenti farine di insetti.

Negli U.S.A c'è un'azienda, chiamata Exo, che produce e commercializza barrette energetiche, la quale è stata recentemente acquistata da una grande società produttrice di farine di insetti, la Aspire Food Group.

I loro prodotti più famosi sono principalmente a base di farina di mais e frumento, e recentemente, sono state sviluppate delle barrette contenenti farina di grillo.

La farina di mais, con un contenuto proteico intorno al 10,5%, è stata miscelata con la farina di cavallette (*Sphenarium purpurascens*), la quale possiede circa il 52,7% di proteine.

Ciò che si è visto, è che aumentando in proporzione il contenuto della farina di cavallette, in un range compreso tra 0 e 40%, avviene una

riduzione dell'indice di espansione, della durezza e dell'assorbimento di acqua. La densità specifica tende invece ad aumentare, così come anche la tonalità del colore.

Questo significa che un aumento così importante della farina di cavallette porta ad un complessivo peggioramento delle caratteristiche strutturali e organolettiche.

Secondo una ricerca di mercato, la barretta con le caratteristiche maggiormente apprezzate da parte dei consumatori si ottiene con una proporzione del 92% di farina di mais e 8% di farina di cavallette. In questo caso, il prodotto ottenuto non mostra differenze chimico-fisiche rispetto al campione di riferimento (100% farina di mais) e non ne riduce l'accettabilità.

Le prove sono state condotte anche utilizzando un altro insetto, ovvero *T.molitor*, per la realizzazione di barrette proteiche.

In questo caso, la farina è stata integrata tra il 10 e il 20% alla farina di frumento.

Il contenuto proteico nella barretta contenente il 10% di farina di *T. molitor* ha incrementato il contenuto proteico dal 11,8 al 15,9%, mentre per quanto riguarda la componente lipidica, essa è passata da 0,9 a 3,5%.

I parametri strutturali si rivelano migliorati, con un aumento della porosità e indice di espansione.

Nella miscela al 20% di integrazione, invece, le caratteristiche nutrizionali risultano fortemente incrementate, ma dal punto di vista della struttura è evidente un peggioramento, principalmente attribuibile alla frazione grassa che si aggira intorno al 5,4%.

## **Conclusione**

Le barrette energetiche e più in generale gli snack possono giocare un ruolo molto importante nella diffusione dei prodotti a base di farina di insetti.

Innanzitutto, la presenza di altri ingredienti e aromi può mascherare molto efficacemente la presenza di una piccola percentuale di farina.

Allo stesso tempo sono prodotti molto spesso destinati a sportivi, che ricercano prodotti ipocalorici e molto ricchi di proteine.

### **Prova numero 6: mangime per pesci**

Come già detto, anche la domanda di proteine animali ad alto valore biologico per l'allevamento del bestiame, è in continuo aumento.

Si rende necessario, per questo motivo, trovare delle fonti proteiche alternative con cui nutrirli.

Una soluzione potrebbe essere proprio l'utilizzo di farine di insetti altamente proteiche per integrare o rimpiazzare parte dei componenti della loro razione alimentare.

In questo paragrafo verrà analizzata la sostituzione di una parte di mangime "estruso" a base di farina di pesce con la farina di insetti, in base alle prove effettuate da Acosta Estrada B.A., et al. (2021) [15].

L'estrusione è un processo che prevede la cottura dei cereali o di altre materie prime, come ad esempio gli scarti di lavorazione del pesce, ad alte temperature tramite vapore acqueo in pressione, seguito da una

pressatura meccanica in modo tale da ottenere un prodotto finito in forma granulare, dall'aspetto molto simile ad una farina grossolana. [20]

Per questa prova, sono stati realizzati quattro diversi livelli, in base alla percentuale di sostituzione della farina di pesce con quella di insetti.

I quattro livelli sono:

- Livello 1: 0%
- Livello 2: 25% di farina di insetti, 75% farina di pesce
- Livello 3: 50% di farina di insetti, 50% farina di pesce
- Livello 4: 75% di farina di insetti, 25% farina di pesce

Le specie di insetti utilizzate sono: *Hermetia illucens* e *Acheta domesticus*.

I risultati evidenziano un incremento di potassio e fosforo, tanto maggiore quanto più è elevata la percentuale di farina di insetti nella miscela.

Al contrario, tanto più elevata è la percentuale di farina di pesce, tanto più basso è il livello di ferro e sodio.

Per quanto riguarda il magnesio, nel caso di *H. illucens*, l'integrazione con la sua farina ne incrementa il contenuto, mentre nel caso di *A. domesticus* il contenuto si riduce.

Altri oligoelementi come manganese, zinco e rame, non vengono intaccati in nessuno dei quattro livelli.

## **Conclusione**

La sostituzione della farina di pesce con un 75% di farina di insetti per l'alimentazione ittica risulta più efficace, in quanto la miscela apporta una

maggior quantità di minerali, sia in termini quantitativi, sia in termini qualitativi.

Le prove dimostrano che anche utilizzando la farina di un altro insetto, ovvero *Tenebrio molitor*, si ottiene un mangime che non ha effetti negativi sulla crescita dei pesci.

Un'altro aspetto fondamentale è che, nel caso dei mangimi, manca tutto l'aspetto legato alla psicologia, tipico degli esseri umani, che potrebbe facilitare il processo di integrazione della farina di insetti all'interno della razione alimentare.

Per concludere, le analisi qualitative condotte nei pesci testati, provano che alcune importanti caratteristiche dei filetti, come ad esempio la ritenzione idrica e la struttura (consistenza, coesione, gommosità, ecc). non vengono minimamente intaccate.

#### → [Cricket pasta](#)

Un prodotto che è già possibile trovare in commercio al giorno d'oggi è la Cricket Pasta, una pasta prodotta con l'aggiunta della farina di grilli. [19]



**Fig. 6**

Come riportato nel sito del marchio *Bugsolutely*, [19], questa pasta viene prodotta con addirittura un 20% di farina di grillo (*A. domestica*).

### **Caratteristiche nutrizionali**

- Rispetto ad una pasta tradizionale, essa contiene circa il 40% di proteine ad alto valore biologico in più, e 9 amminoacidi essenziali.
- 10-15% di carboidrati in meno.
- Circa 5 volte il contenuto di acidi grassi polinsaturi e una discreta quantità di acidi grassi essenziali, con circa 1.2g di Omega 6 e 5.5 mg di Omega 3 (per porzione, considerata di 55g)
- Un contenuto doppio per quanto riguarda le fibre (circa il 12% dell'assunzione giornaliera raccomandata)
- Un indice glicemico (GI) più basso, e anche un carico glicemico (GL) inferiore, dovuto alla composizione di carboidrati, fibre e grassi.
- Una quantità doppia di ferro e calcio.

- Il 10% della quantità raccomandata giornaliera di vitamina B12, la quale è completamente assente nella pasta tradizionale.

PARAMETERS	100 g
Calories (kcal)	388
Calories from fat (kcal)	49
Total fat (g)	5.48
Saturated fat (g)	1.8
<i>Trans fat (g)</i>	0.1
Cholesterol (mg)	21.8
Sodium (mg)	145
Carbohydrate (g)	63
Dietary fiber (g)	5.3
Sugar (g)	8.3
Protein (Nx6.25) (g)	21.7
Vitamin C (mg)	1.7
Calcium (mg)	46.9
Iron (mg)	2.6
Vitamin B12 (mcg)	1.1
<i>Ash (g)</i>	1.4
<i>Moisture (g)</i>	8.3
Omega 3 (mg)	10
Omega 6 (mg)	2223
Omega 9 (mg)	1051

#### Tab. 4

Segue una valutazione da parte del Dottor. Nednapis Vatanasuchart (26 Febbraio 2016), in cui viene comparata la “Cricket Pasta” con diversi tipi di pasta, tra cui anche due marchi italiani conosciuti ovvero Riccio e Garofalo.

**Nutritional Composition of Fusilli pasta per 55 g serving size (dry)**

Nutrient	DRV or DV* by USFDA	Bugsolutely Cricket Pasta**	Average of 4 brands	AGNESI No. 56	Essential Waitrose	Riccio***	Garofalo***
Energy, kcal	-	210	195	197.45	176.6	193.9	210
Fat, g	65	3	0.85	0.825	0.794	0.76	1.0
Carbohydrate, g	300	35	40	39.6	36.06	38.6	44
Protein, g	50	12	6.77	7.15	5.50	7.43	7
Dietary fiber, g	25	3	1.70	-	1.53	1.58	2
Sodium, mg	2,400	80	2.5	3	0	2	0
Sugar, g	-	5	1.58	1.38	-	1.79	2
Vitamin B12, mcg	6	0.62	-	-	-	-	-

**Tab. 5**

Nella tabella 4 si possono osservare i valori nutrizionali della “Cricket Pasta”. Per una porzione di 55 g abbiamo: energia 210 Kcal; grassi 3 g; carboidrati 35 g; proteine 12 g; fibre 3 g; 80 mg di sodio; zuccheri 5 g, vitamina B12 0.62 mcg (microgrammi).

Il contenuto di proteine è molto alto e corrisponde circa ad un 24% del DRV (Daily Reference Values), tanto che il prodotto può contenere il claim nutrizionale “ricco in proteine”, in accordo con le regole pubblicate dall’ USFDA.

Se paragoniamo questo prodotto con altri che si trovano tradizionalmente nei supermercati (in questo caso sempre nell’ambito della pasta), il contenuto proteico è doppio, se non di più.

Va ricordato che le proteine sono un macronutriente fondamentale per la vita e per le attività cellulari, e le si possono trovare in moltissimi organi e tessuti, a partire dai capelli per arrivare ai muscoli che compongono gran parte del nostro organismo.

Oltre questo, è una fonte di fibre, principalmente solubili, come già visto precedentemente, la quale offre una protezione nei confronti dell’aumento

di peso e di una grande quantità di malattie, tra cui quelle cardiovascolari e diabete.

Una porzione di 55 g di cricket pasta fornisce circa il 12% dell'assunzione giornaliera.

Per finire, questo tipo di pasta contiene una discreta quantità di vitamina B12, la quale è molto importante per mantenere in buono stato il sistema nervoso, è responsabile della produzione di energia e protegge dall'alta pressione arteriosa, infarto e cancro.

Generalmente la pasta tradizionale non contiene vitamine, nemmeno quella integrale. L'unica eccezione è rappresentata dalla pasta all'uovo, in cui troviamo circa 0.31 mcg / 100g, mentre nella cricket pasta ne troviamo 0,62 mcg / 55 g, che rappresenta circa il 10% dell'assunzione giornaliera.

[19]

## CAPITOLO 5: BARRIERE DEI CONSUMATORI

Il consumo di prodotti a base di insetti è sicuramente una situazione complessa, in primo luogo perché gli insetti non sono mai stati, per lo meno in anni recenti, parte della nostra dieta e cultura, inteso come popolazione europea.

Ci sono già alcuni prodotti che vengono commercializzati, anche come prodotti gourmet, per una fetta di consumatori alla ricerca di nuove esperienze e nuovi sapori, e allo stesso tempo di prodotti che hanno anche interessanti caratteristiche nutrizionali.

D'altra parte, ci sono aree nel mondo in cui gli insetti vengono consumati regolarmente come una fonte alternativa di proteine, principalmente a causa della difficoltà nel reperire altre fonti proteiche.

Quindi, alcuni prodotti a base di insetti sono stati pensati per arricchire prodotti che vengono largamente consumati all'interno della popolazione, come appunto pasta, pane ecc, in particolare rivolti a quelle persone che hanno carenze di particolari elementi nutritivi, o difficoltà nel reperirli.

Oltretutto, questi prodotti sono emergenti perché potrebbero parzialmente risolvere il problema della domanda alimentare nel mondo e per far fronte al continuo aumento demografico.

Considerando l'elevato apporto proteico degli insetti e il loro basso impatto ambientale, essi rappresentano una valida possibilità soprattutto per quei paesi in via di sviluppo in cui gli insetti non sono un componente della dieta.

Uno degli aspetti più complicati dell'introduzione degli insetti nella dieta umana è sicuramente cambiare la percezione dei consumatori nei confronti di essi. Sebbene ci sia un interesse crescente riguardo a questi prodotti per le ragioni elencate prima, c'è una certa riluttanza da parte della società.

Come già detto, ci sono già diverse parti del mondo in cui il consumo di insetti è una pratica diffusa e assai comune, come paesi dell'Africa, Est dell'Asia, America Latina e Australia. Il continente africano, per esempio, contiene il più alto numero di paesi in cui gli insetti fanno parte della dieta (36 paesi), seguita da Asia (29 paesi), America (23 paesi) ed Europa (11 paesi). In contrasto, nei paesi occidentali come Europa occidentale, Canada, paesi americani non di origine aborigena e Nuova Zelanda, il consumo di insetti non è largamente diffuso.

Il consumo di insetti è ancora visto come un tabù, un qualcosa di antico e di superato tipico degli aborigeni, o in ogni caso come qualcosa di non naturale rispetto alla nostra cultura e alle nostre norme sociali. Nella letteratura, i due fattori più ricorrenti di questa riluttanza sono la neofobia, ovvero la paura generica verso alimenti nuovi e diversi, la quale è ovviamente influenzata da un aspetto socioculturale, e il disgusto perché ci si aspetta un'esperienza negativa, amplificata dal fatto che si ritiene che gli insetti vivono in ambienti sporchi, che siano portatori di contaminazioni e malattie.

Chiaramente, la refrattarietà nei confronti di questi prodotti può essere diminuita prendendo sempre più familiarità con gli insetti.

Sono stati condotti vari studi di diversa matrice, psicologici, gastronomici o di marketing, su diversi segmenti di mercato dei paesi Occidentali, per cercare di capire le principali ragioni che spingono i consumatori a

rifiutare questo genere di prodotti, e per cercare di sviluppare delle strategie che permettano di accelerare la commercializzazione di questi ultimi.

Gli studi di carattere psicologico hanno evidenziato che le persone scelgono di cosa alimentarsi seguendo dei criteri basati sull'aspetto organolettico (secondo quindi un parametro soggettivo, ovvero il gusto personale), piuttosto che spinti da una logica di razionalità.

Ci sono studi che spiegano come le norme sociali, intese come usi e abitudini, abbiano una forte influenza sulla riluttanza dei consumatori nel provare questi prodotti. Il motivo è che la cultura alimentare e le norme sociali percepite, cioè intrinseche di una società, giocano un ruolo estremamente importante nell'introduzione e nell'assimilazione di nuovi alimenti, in particolare se questi sono considerati strani e troppo lontani dalle nostre abitudini.

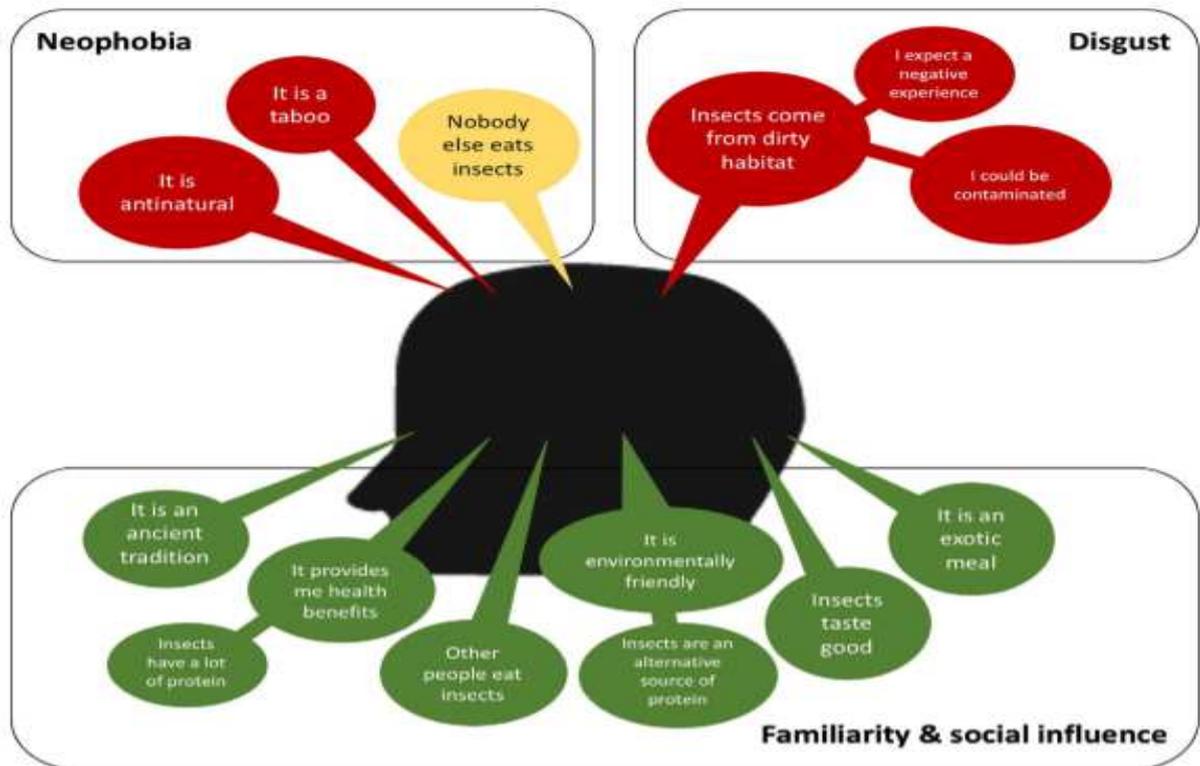
Per quanto concerne il gusto, gli attributi sensoriali degli alimenti dipendono prevalentemente dall'alimentazione degli insetti; infatti, essi assumono il gusto degli ingredienti e degli additivi che gli vengono forniti.

L'esoscheletro degli insetti, formato principalmente di chitina, ha ovviamente un impatto nella consistenza, in particolare sulla croccantezza. Questa caratteristica potrebbe facilitare il collegamento con la consistenza dei cracker. La chitina varia a seconda dello stadio fisiologico, quindi gli insetti allo stadio larvale ne hanno un contenuto ben minore rispetto allo stadio adulto, quindi i prodotti che si ottengono sono meno croccanti, però risultano essere più digeribili.

Un'altra caratteristica importante è il colore, il quale può variare a seconda del tipo di cottura utilizzato e può essere grigio, marrone, rosso

o nero. Proprio per questo motivo è importante la scelta corretta del tipo di insetto in relazione al tipo di cottura che si intende applicare.

In ogni caso, se si intende realizzare prodotti a base di insetti è meglio utilizzare una materia prima processata, in modo da non renderla in nessun modo visibile. [15]



**Fig. 7**

→ [5.1 Sondaggio](#)

Per capire quale è il pensiero o i pensieri più diffusi riguardo all'idea di consumare alimenti contenenti insetti, ho voluto sviluppare un sondaggio basato su un questionario di sette domande, utilizzando un programma di Google.

La ricerca è volta a capire in primis il grado di accettazione del prodotto, inteso come propensione ad assaggiare un prodotto contenente una farina di insetti.

L'altro obiettivo era quello di cercare di suddividere i partecipanti al sondaggio in categorie, come ad esempio la fascia di età e il genere, e quindi creare dei collegamenti tra le informazioni fornite dai partecipanti e i risultati del sondaggio.

Il numero di partecipanti al sondaggio è di 163.

Per quanto riguarda l'età, ho scelto le tre fasce d'età per me più rappresentative dei vari segmenti di mercato, ovvero la fascia di età compresa tra i 15 e i 35, seguita da quella tra i 35 e i 60 e infine l'ultima, ovvero gli over 60.

Come mi aspettavo, la categoria preponderante è la prima, con un 66,7%, seguita dalla seconda con un 28,5% e infine l'ultima, con un percentuale del 5,3%.

Per quanto riguarda invece il genere, il 61,8% si dichiara donna, il 37,4% uomo e la restante parte "altro".

## → [5.2 Risultati delle risposte e interpretazione](#)

### Domanda 1

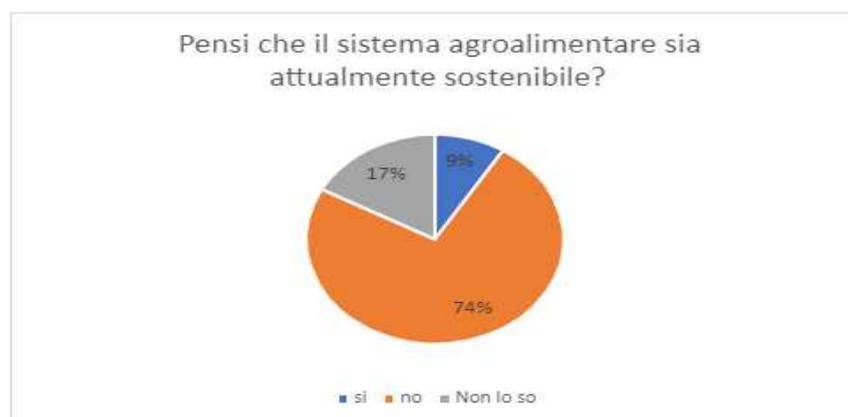


Fig.6

Questa domanda è mirata a valutare la consapevolezza delle persone riguardo la sostenibilità del sistema agroalimentare.

Dalle risposte, in cui solo il 9% risponde in maniera positiva, si può capire che c'è una certa consapevolezza del fatto che il sistema sia piuttosto impattante dal punto di vista ambientale, e che non si potrà continuare in questo modo all'infinito.

## Domanda 2

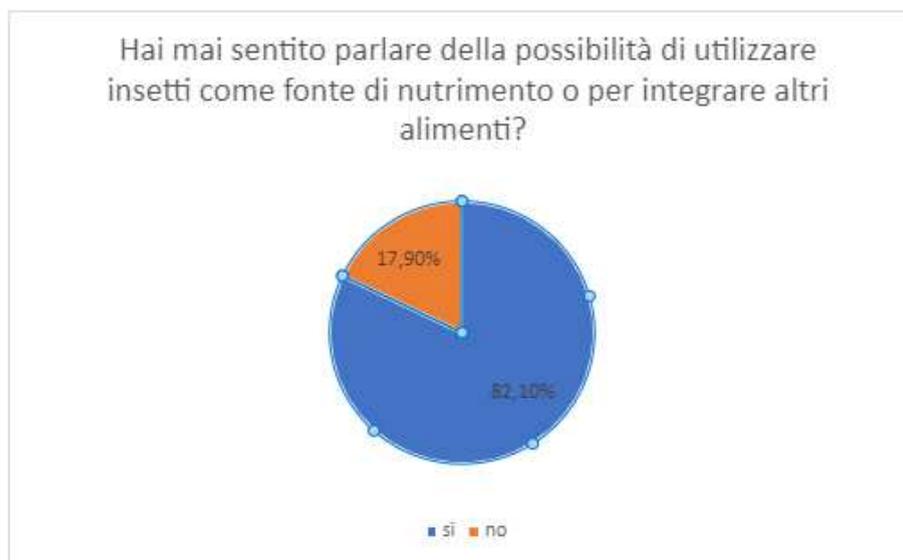


Fig.

7

La seconda domanda entra più nello specifico. Il mio scopo era capire quante persone fossero a conoscenza del fatto che gli insetti possono essere utilizzati come fonti alimentari, e sono rimasto abbastanza colpito dal fatto che più dei 4/5 dei partecipanti ha risposto di sì. Questo significa che fortunatamente negli ultimi anni le campagne di sensibilizzazione su

questo argomento hanno raggiunto una grande quantità di persone, e questo trend potrebbe quindi aumentare ancora nei prossimi anni.

### Domanda 3 e 4

La domanda 3 e la domanda 4 sono tra loro simili, la prima è volta a scoprire se colui che risponde al test sarebbe propenso o meno all'assaggio di un prodotto contenente al suo interno la farina di insetti, la seconda invece sottolinea il fatto che il pane contenente la farina abbia delle caratteristiche invariate dal punto di vista del gusto o dell'aspetto.

Dai risultati abbiamo la conferma che l'aspetto psicologico influenza molto la scelta alimentare. Infatti, la percentuale di persone che rispondono positivamente, passa dal 34,1% al 57,7%, e il numero di risposte negative invece si abbassa dal 26% al 17,1%.

Da questo ne possiamo dedurre che, molto probabilmente, i prodotti che avrebbero il maggior successo sono quelli trattati in questa tesi, ovvero prodotti tradizionali integrati con farine di insetti, in modo tale da non renderli visibili nel prodotto finito.

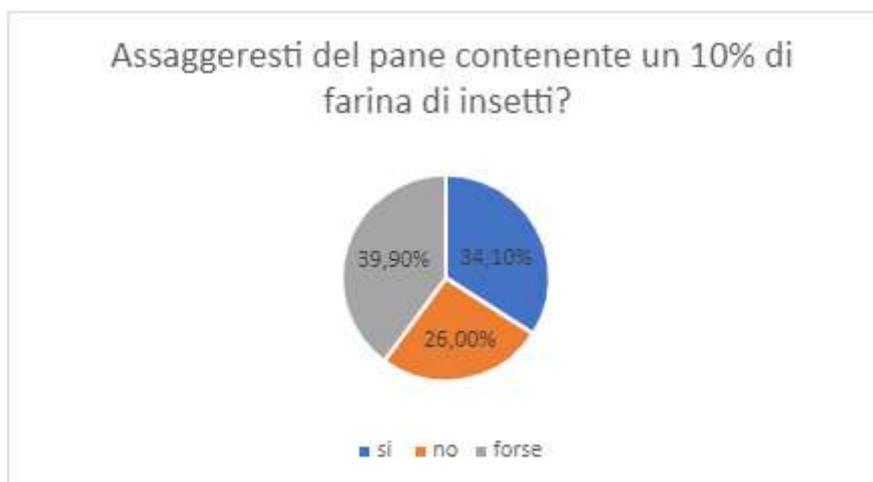
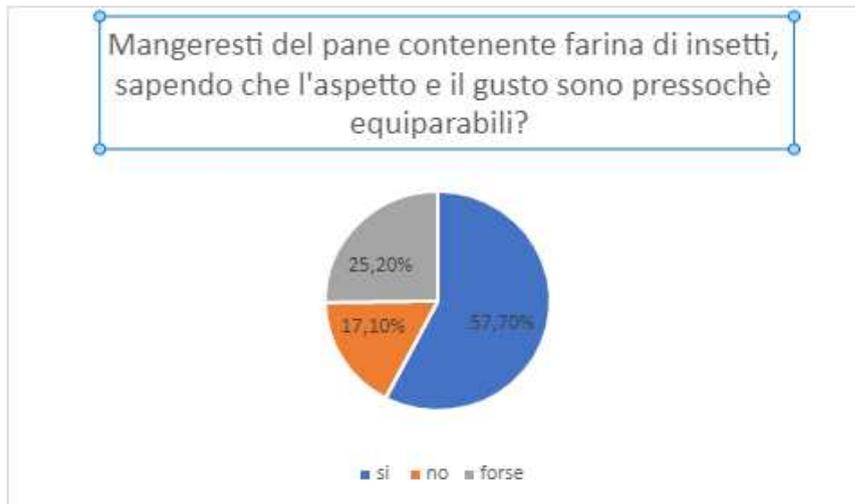


Fig.8

(domanda 3)



**Fig. 9**

(domanda 4)

Chi rispondeva “no”, doveva poi spiegare la motivazione della scelta, nella domanda numero 5.

Come c’era da aspettarsi, il motivo del rifiuto è da collegarsi per circa il 90% dei casi al senso di disgusto provocato dal pensiero di cibarsi di un insetto.

Una piccola percentuale non lo consumerebbe come conseguenza di una scelta etica personale, ovvero il vegetarianismo.

### **Domanda 6**

La sesta domanda invece, è volta a conoscere la propensione nel consumare un insetto tal quale, senza essere stato processato e utilizzato come ingrediente.

In questo caso mi aspettavo che il fattore psicologico fosse molto più decisivo; infatti, dalle risposte si può intuire che un tipo di prodotto del genere avrebbe molto poco successo nella nostra società.

La percentuale dei “si” arriva a malapena al 16%, il “forse” si aggira attorno al 30%, e il “no” è preponderante, con oltre il 54% di risposte.

Il “no”, quindi, subisce un incremento molto importante se consideriamo le risposte alla domanda numero 4, il quale passa dal 17% al 54%.

### Domanda 7

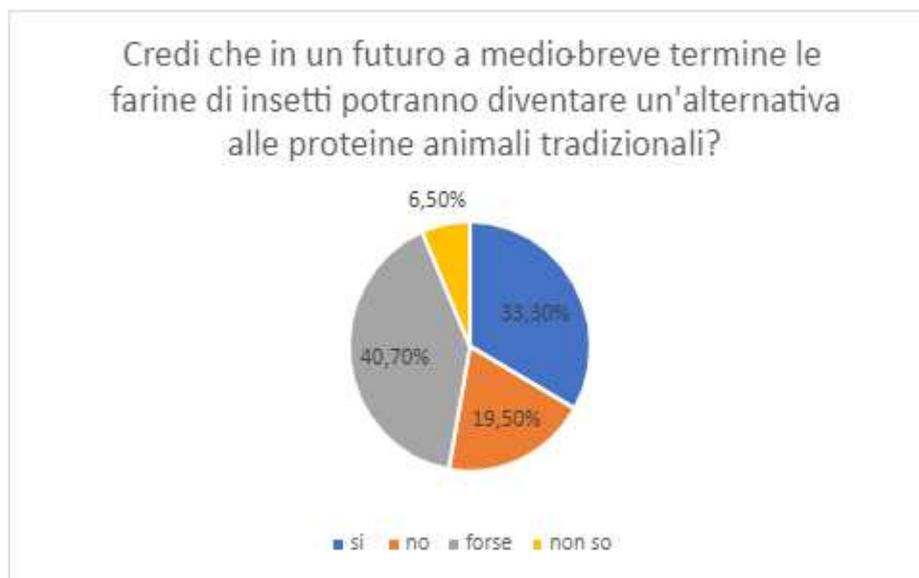


Fig. 10

L'ultima domanda in un certo senso unisce le domande precedenti, andando ad indagare sulla possibilità che le farine proteiche di insetti

possano in un futuro a medio-breve termine rimpiazzare le proteine animali tradizionali.

Ragionando in termini percentuali, le risposte lasciano presagire che un importante fetta di mercato sarebbe aperta ad accettare e consumare questo tipo di prodotti. Infatti, sommando le risposte positive a quelle incerte otteniamo quasi un 75% del totale, circa  $\frac{3}{4}$ .

Le risposte negative assolute sono meno del 20%.

I risultati, secondo la mia opinione, sono incoraggianti e confermano che questi prodotti sono destinati ad avere sempre più successo e diffusione nei prossimi anni.

Credo anche che delle campagne di sensibilizzazione su questo argomento potranno incidere su quella fascia di consumatori che ha risposto in maniera incerta, trasformando la categoria dei “forse” in “sì”.

### → [5.3 Considerazioni personali](#)

Personalmente, i risultati del sondaggio sono andati oltre le mie aspettative.

Data l'eterogeneità di coloro che hanno partecipato, mi aspettavo una quantità di risposte negative sicuramente maggiore, specialmente per quanto riguarda le persone più grandi che magari potrebbero fare più fatica ad accettare un prodotto così lontano dalle nostre abitudini.

Sicuramente questo conferma che c'è una grande consapevolezza del fatto che il sistema agroalimentare non sia in equilibrio e che non sia attualmente sostenibile, e che la maggior parte delle persone sarebbe propensa a delle novità che possano migliorare questi aspetti, anche

attraverso l'utilizzo di prodotti che non fanno parte della nostra cultura alimentare.

## CAPITOLO 6: CONCLUSIONI

Quando gli insetti vengono utilizzati come alimento o come ingrediente, hanno un impatto positivo nelle caratteristiche nutrizionali degli alimenti, attraverso l'incremento della qualità e della quantità di proteine in particolar modo, ma anche di grassi e micronutrienti come minerali.

L'arricchimento dei prodotti a base di cereali con farine di insetti modifica la proporzione di grassi e proteine, ed è vantaggioso per prevenire carenze nutrizionali nelle zone in cui le persone hanno difficoltà ad accedere a fonti proteiche.

Inoltre, usando le farine di insetti come ingrediente, le qualità organolettiche e le proprietà tecnologiche dei prodotti ottenuti possono subire qualche lieve modificazione, ma non vengono compromesse.

Oltre all'apporto di proteine, anche i peptidi bioattivi di cui abbiamo parlato, hanno molte caratteristiche importanti e possono svolgere una funzione di protezione nei confronti di molte patologie, come malattie delle arterie coronarie, cancro e infiammazioni. I peptidi bioattivi possono quindi essere isolati e poi essere aggiunti agli alimenti, con una funzione nutraceutica.

La principale barriera alla diffusione di questi prodotti è il modo in cui l'entomofagia viene percepita dai consumatori quindi basata su un fattore psicologico. La cosa importante da dire è che superata questa prima fase di incertezza, i prodotti contenenti insetti non presentano rischi aggiuntivi per la salute umana se comparati con i prodotti attualmente consumati.

La creazione di norme europee che regolamentano la produzione e commercializzazione di questi prodotti getta sicuramente le fondamenta per un maggior sviluppo del mercato di questi prodotti.

Ad ogni modo, come già osservato in precedenza, nel caso di introduzione di insetti nella dieta, sarebbe consigliato l'utilizzo di una materia prima opportunamente processata, al fine di ridurre significativamente la carica microbica, e lavorata in modo tale da non essere visibile nel prodotto finale.

Inoltre, garantendo la sicurezza alimentare degli insetti edibili si promuove un concetto di salubrità, il quale potrebbe favorire un cambiamento del modo in cui attualmente vengono percepiti.

Ad ogni modo, nonostante gli insetti vengano consumati da più di un 30% della popolazione mondiale, la strada da percorrere affinché essi vengano accettati dalla stragrande maggioranza è ancora lunga e tortuosa, ma la regolamentazione europea potrebbe portare questi prodotti negli scaffali dei supermercati, e raggiungere moltissime persone in modo che ci si chiederà come mai non ci avessimo mai pensato prima.

## BIBLIOGRAFIA:

- [1] Maffei G., Tacchini G. 2016, *Un insetto nel piatto.*, Milano, Red!.
- [2] Van Huis A. 2013, *Edible insects: future prospects for food and feed security.*, Roma, Food and Agriculture organization of the United States.

## SITOGRAFIA:

- [3] Centro musei delle scienze naturali e fisiche,  
<http://www.cmsnf.it/il-mondo-degli-insetti/>.
- [4] Carnazzi S., *Alghe, insetti, carne clonata, ingredienti nanomateriali: ecco cosa sono i novel food*, Lifegate, aggiornato al 20/12/2015, <https://www.lifegate.it/cosa-sono-novel-food>.
- [5] EUR-lex,  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=LEGISSUM%3Af80501>.
- [6] *Il regolamento CE 852/04: il campo di applicazione*, tutto626.it, aggiornato al 24/07/2018,  
<https://www.tutto626.it/testo-unico-sicurezza-lavoro/regolamento-ce-852-04-applicazione.html>.

- [7] Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea, *regolamento (CE) n. 183/2005 del parlamento europeo e del consiglio*  
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:035:0001:0022:IT:PDF>.
- [8] IPIFF, *Insect producers must conform with the same general rules that apply to operators in other sectors*, aggiornato al 08/02/2005, <https://ipiff.org/insects-eu-legislation/>.
- [9] Dopelt K., Radon P., Davidovitch N., *Environmental Effects of the Livestock Industry: The Relationship between Knowledge, Attitudes, and Behavior among Students in Israel*, NCBI, aggiornato al 16/04/2019, <https://dx.doi.org/10.3390%2Fijerph16081359>.
- [10] FAO, Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM), <https://www.fao.org/gleam/results/en/>.
- [11] Redazione Lifegate, *Anidride carbonica: come la CO<sub>2</sub> causa l'effetto serra*, aggiornato al 07/01/2010, [https://www.lifegate.it/ecco\\_come\\_l\\_anidride\\_carbonica\\_riscalda\\_la\\_terra1](https://www.lifegate.it/ecco_come_l_anidride_carbonica_riscalda_la_terra1).
- [12] Lindwall C., *Industrial Agricultural Pollution 101 - from fertilizer runoff to methane emission, large-scale industrial agriculture pollution takes a toll on the environment*, aggiornato al 31/07/2019 <https://www.nrdc.org/stories/industrial-agricultural-pollution-101#whatis>.
- [13] Mastrodonato L., *Brasile, la deforestazione in Amazzonia è esplosa con Bolsonaro. Ma viene da lontano*, Lifegate , aggiornato al 24/04/2021, <https://www.lifegate.it/deforestazione-amazzonia-brasile-bolsonaro-rousseff>.
- [14] Di Teresa A., *Insetti commestibili: cibo del futuro?*, Fondazione Veronesi; aggiornato al 23/07/2018, <https://www.fondazioneveronesi.it/magazine/i-blog-della-fondazione/i-blog-di-airicerca/insetti-commestibili-cibo-del-futuro>.
- [15] Acosta-Estrada B.A., Reyes A., Rosell M.C., Rodrigo D., Ibarra-Herrera C.C., (2021) *Benefits and Challenges in the*

*Incorporation of Insects in Food Products. Front. Nutr. 8:687712.*  
doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.687712>

[16] Elhassan, M., Wendin, K., Olsson V., Langton, M., **Quality Aspects of Insects as Food—Nutritional, Sensory, and Related Concepts.** *Foods* **2019**, 8, 95. <https://doi.org/10.3390/foods8030095>

[17] Dziki, D. *Current Trends in Enrichment of Wheat Pasta: Quality, Nutritional Value and Antioxidant Properties.* *Processes* **2021**, 9, 1280, pubblicato il 23/07/2021, <https://doi.org/10.3390/pr9081280>.

[18] Cristina M. González, Raquel Garzón, Cristina M. Rosell, *Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of H. illucens, A. domestica and T. molitor flours,* *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Volume 51, 2019, Pages 205-210, ISSN 1466-8564, <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.03.021>.

[19] Bugsolutely, *Nutritional Benefits of Bugsolutely Cricket Pasta,* <https://www.bugsolutely.com/nutritional-profile-cricket-pasta/>.

[20] *Quotidiano sostenibile, cereali estrusi,* <https://quotidianosostenibile.it/ingrediente/cereali-estrusi/>.

[21] Çabuk, B., Yılmaz, B. *Fortification of traditional egg pasta (erişte) with edible insects: nutritional quality, cooking properties and sensory characteristics evaluation.* *J Food Sci Technol* 57, 2750–2757 (2020), pubblicato il 27/01/2020 <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04315-7>.

## **DIDASCALIA IMMAGINI:**

Fig.1: *Materie prime consentite per l'alimentazione degli insetti e modalità di utilizzo dei derivati di questi ultimi* (fonte: IPIFF, *Insect producers must conform with the same general rules that apply to operators in other sectors,* <https://ipiff.org/insects-eu-legislation/>).

Fig.2: *Emissioni globali di gas ad effetto serra per settori,* (fonte: *Hannah Ritchie and Max Roser (2020) - CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas emission, Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from:*

'<https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>'  
[Online Resource]).

Fig.3: *Aspetto delle diverse tipologie di pane in relazione alle farine di insetti utilizzate*, (fonte: González C.M., Garzón R., Rosell C.M., Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. illucens*, *A. domestica* and *T. molitor* flours, pag. 208).

Fig.4: *Aspetto delle diverse tipologie di pasta addizionate con farine di legumi e insetti*. (fonte: Çabuk, B., Yılmaz, B. *Fortification of traditional egg pasta (erişte) with edible insects: nutritional quality, cooking properties and sensory characteristics evaluation*. *J Food Sci Technol* 57, 2750–2757 (2020), pubblicato il 27/01/2020. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04315-7>.)

Fig.5: *Risultati dell'analisi sensoriale sui diversi tipi di pasta* (fonte: Çabuk, B., Yılmaz, B. *Fortification of traditional egg pasta (erişte) with edible insects: nutritional quality, cooking properties and sensory characteristics evaluation*. *J Food Sci Technol* 57, 2750–2757 (2020), pubblicato il 27/01/2020. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04315-7>.)

Fig.6: *La confezione della Cricket Pasta* (sito ufficiale Bugsolutely - Cricket Pasta, <https://www.bugsolutely.com/>).

Fig.7: *Aspetti che possono influire positivamente o negativamente sulla scelta del consumatore* (fonte: Acosta-Estrada B.A., Reyes A., Rosell C.M., Rodrigo D., Ibarra-Herrera C.C., Benefits and challenges in the incorporation of insects in food products, pag. 13).

Fig.8: Grafico delle risposte alla domanda numero 1 del questionario da me prodotto con Google Moduli (il grafico è stato creato usando Excel).

Fig.9: Grafico delle risposte alla domanda numero 2 del questionario da me prodotto con Google Moduli.

Fig.10: Grafico delle risposte alla domanda numero 3 del questionario da me prodotto con Google Moduli.

Fig.11: Grafico delle risposte alla domanda numero 4 del questionario da me prodotto con Google Moduli.

Fig.12: Grafico delle risposte alla domanda numero 7 del questionario da me prodotto con Google Moduli.

## **DIDASCALIA TABELLE:**

Tab.1: Composizione nutrizionale delle farine di insetti e di frumento. (fonte: González C.M., Garzón R., Rosell C.M., *Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of H. illucens, A. domestica and T. molitor flours*, pag.207).

Tab.2: Effetti dell'aggiunta di un 5% di farina di insetti sui parametri strutturali, sul colore, contenuto di umidità e volume del pane (fonte: González C.M., Garzón R., Rosell C.M., *Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of H. illucens, A. domestica and T. molitor flours*, pag. 209).

Tab.3: Composizione nutrizionale delle diverse tipologie di pane ottenute, in seguito all'aggiunta del 5% di farina di insetti (fonte González C.M., Garzón R., Rosell C.M., *Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of H. illucens, A. domestica and T. molitor flours*, pag. 210).

Tab.4: Composizione nutrizionale di 100 g di Cricket Pasta (fonte: sito Bugsolutely, Cricket Pasta).

Tab.5: Comparazione tra l'apporto nutrizionale della Cricket Pasta con quattro marchi di pasta di grano tradizionale (fonte: sito Bugsolutely, Cricket Pasta).