

**RELAZIONE FINALE
UO4**

| | |
|------------------------|--|
| Titolo progetto | <i>PRO</i>teine per la <i>FIL</i>iera Avicola |
|------------------------|--|

| | |
|---|---|
| Titolo del WP o linea di ricerca | WP3 – Studio dell’efficienza nutrizionale in sistemi biologici integrati WP5 - Valutazione della sostenibilità delle filiere avicole |
|---|---|

| | |
|-----------------|------------------|
| Acronimo | PRO.FIL.A |
|-----------------|------------------|

| | | | |
|----------------------|-----------|---------------------------------------|-------------|
| Durata (mesi) | 36 | Report Intermedio Finale X | Nota |
|----------------------|-----------|---------------------------------------|-------------|

| | | |
|-------------|-----------------------------|--|
| UO 4 | Nome e COGNOME | Ada Braghieri* |
| | Qualifica | Professore associato |
| | Istituzione di appartenenza | Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali, Università degli Studi della Basilicata (SAFE) |
| | Indirizzo | Via dell’Ateneo Lucano 10, 85100 Potenza |
| | Tel/fax | 0971202101 / 3204371180 |
| | e-mail | ada.bragheri@unibas.it |

*A causa della prematura scomparsa del compianto Prof. Fabio Napolitano il 27 aprile 2022, in data 21/07/2022 il Prof. Fagnano ha ricevuto dal Mipaaf, tramite PEC, l’autorizzazione alla sostituzione del responsabile dell’UO4, nella persona di Ada Braghieri

Introduzione

L’attività dell’UO afferente alla SAFE ha avuto come obiettivi principali:

- a) lo studio del comportamento e del benessere delle ovaiole;
- b) la valutazione dell’impatto ambientale dell’allevamento avicolo biologico;
- c) la valutazione delle caratteristiche sensoriali delle uova, in termini di profilo sensoriale e di gradevolezza da parte del consumatore, in relazione all’integrazione alimentare con pannello di estrazione di canapa;
- d) la valutazione del profilo sensoriale della carne di polli allevati con sistema biologico e alimentati con razioni integrate con diverse percentuali di semi di canapa.

WP3 – Studio dell’efficienza nutrizionale in sistemi biologici integrati

Lo studio del comportamento delle ovaiole ha previsto una prima fase di messa a punto della scheda di rilevamento. Questa è stata redatta allo scopo di registrare il time budget, prendendo in considerazione la postura (in piedi, accovacciata), la localizzazione (all’aperto, in capannina, sotto tettoia), le attività generali (riposo, deambulazione, esplorazione) e il comportamento alimentare (assunzione di alimento, frequenza beccate, assunzione di acqua) (Schema 1). Un’attenzione

di mattina; l'acqua di bevanda era sempre a disposizione. Ogni gruppo era omogeneo per peso (1,55 kg \pm 0,125), percentuale di ovideposizione (60%) e peso dell'uovo (62 g).

Nel corso della prova le galline sono state mantenute free-range, entro recinti dotati di parchetto esterno e area nido/alimentazione, attrezzati con mangiatoie a tramoggia e abbeveratoi a livello costante. L'intero periodo sperimentale ha coperto il periodo compreso tra novembre 2020 e marzo 2021.

Il metodo di campionamento utilizzato per le osservazioni del comportamento è stato *l'Instantaneous Scan Sampling*, in cui l'oggetto delle osservazioni è costituito dall'intero gruppo di animali e il metodo di registrazione consiste nell'annotare tutti gli eventi che si verificano a precisi intervalli di tempo. Sono state effettuate, quotidianamente, 4 sessioni di osservazione di 15 minuti per recinto, per un totale di 4 ore di osservazione. L'osservatore non ha recato nessun disturbo né alterazione del comportamento animale in quanto è entrato 10 minuti prima dell'inizio della prova e si è collocato in un angolo di recinto non occupato da animali, che comunque erano assuefatti alla sua presenza.

I risultati relativi all'osservazione del comportamento sono mutualmente esclusivi entro la localizzazione e le attività. L'effetto della dieta è riportato in Tabella 1.

Tabella 1. Localizzazione delle ovaiole e attività comportamentali: effetto della dieta

| | Alimentazione | | P |
|------------------------|------------------|------------------|--------|
| | CA | C | |
| Localizzazione | | | |
| Nella capannina, % | 0,21 \pm 0,03 | 0,16 \pm 0,03 | 0,1825 |
| Al coperto, % | 0,40 \pm 0,03 | 0,45 \pm 0,03 | 0,2769 |
| All'aperto, % | 0,38 \pm 0,05 | 0,39 \pm 0,05 | 0,9418 |
| Attività | | | |
| In piedi, % | 0,64 \pm 0,03 | 0,73 \pm 0,03 | 0,0674 |
| Accovacciate, % | 0,36 \pm 0,03 | 0,27 \pm 0,03 | 0,0919 |
| Assunzione alimento, % | 0,30 \pm 0,03 | 0,19 \pm 0,03 | 0,0062 |
| Assunzione acqua, % | 0,03 \pm 0,01 | 0,04 \pm 0,01 | 0,4181 |
| Deambulazione, % | 0,09 \pm 0,01 | 0,09 \pm 0,01 | 0,7776 |
| Inattività, % | 0,36 \pm 0,03 | 0,21 \pm 0,03 | 0,2271 |
| Ovideposizione, % | 0,14 \pm 0,01 | 0,06 \pm 0,01 | <,0001 |
| Razzolare, % | 0,02 \pm 0,01 | 0,02 \pm 0,01 | 0,7555 |
| Esplorazione, % | 0,10 \pm 0,01 | 0,11 \pm 0,01 | 0,4976 |
| Preening, % | 0,13 \pm 0,014 | 0,13 \pm 0,01 | 0,7534 |
| Appollaiata, % | 0,01 \pm 0,00 | 0,00 \pm 0,00 | 0,1239 |
| Bagno di polvere, % | 0,03 \pm 0,01 | 0,03 \pm 0,01 | 0,7310 |
| Beccate, n/min | 50,83 \pm 2,78 | 56,32 \pm 2,65 | 0,1609 |

Le osservazioni comportamentali hanno evidenziato un effetto significativo della dieta per le variabili "Assunzione di alimento" e "Ovo-deposizione". In particolare, nel Gruppo CA si è osservata una

maggior proporzione di soggetti impegnati nell'assunzione di alimento ($P<0,01$) e nella ovo-deposizione ($P<0,001$). È possibile ipotizzare che la dieta con l'integrazione di canapa sia risultata più appetibile ed abbia indotto un maggior livello di ingestione da cui è dipesa una maggiore produzione. È interessante notare che il Gruppo CA ha evidenziato anche una tendenza ad avere una maggior proporzione di soggetti accovacciati ($P<0,10$) e quindi in una condizione di riposo, che ha favorito una maggior incidenza di soggetti impegnati nella ovo-deposizione

La Tabella 2 riporta i dati delle attività comportamentali osservate nell'azienda "Oasi rurale", in funzione del periodo del giorno.

Tabella 2. Localizzazione delle ovaiole e attività comportamentali: effetto del periodo del giorno.

| | Periodo del giorno (ore) | | | | P |
|---------------------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| | 09:00-10:00 | 10:00-11:00 | 11:00-12:00 | 12:00-13:00 | |
| <i>Localizzazione</i> | | | | | |
| Nella capannina | 0,26 ± 0,03 | 0,26 ± 0,03 | 0,22 ± 0,03 | 0,18 ± 0,03 | 0,2333 |
| Al coperto | 0,29 ± 0,04 | 0,28 ± 0,04 | 0,29 ± 0,04 | 0,34 ± 0,04 | 0,7354 |
| All'aperto | 0,45 ± 0,05 | 0,46 ± 0,05 | 0,48 ± 0,05 | 0,48 ± 0,05 | 0,9525 |
| <i>Attività</i> | | | | | |
| In piedi, % | 0,70 ± 0,03 | 0,68 ± 0,03 | 0,71 ± 0,03 | 0,72 ± 0,03 | 0,8879 |
| Accovacciate, % | 0,31 ± 0,03 | 0,31 ± 0,03 | 0,29 ± 0,04 | 0,28 ± 0,03 | 0,8796 |
| Assunzione di alimento, % | 0,18 ± 0,02 | 0,19 ± 0,02 | 0,18 ± 0,02 | 0,22 ± 0,02 | 0,6358 |
| Acqua, % | 0,02 ± 0,00 | 0,02 ± 0,00 | 0,01 ± 0,00 | 0,02 ± 0,00 | 0,6317 |
| Deambulazione, % | 0,09 ± 0,01 | 0,08 ± 0,01 | 0,06 ± 0,01 | 0,09 ± 0,01 | 0,0627 |
| Inattività, % | 0,21 ± 0,03 | 0,17 ± 0,03 | 0,18 ± 0,03 | 0,18 ± 0,03 | 0,7255 |
| Ovodeposizione, % | 0,15 ± 0,02 | 0,17 ± 0,02 | 0,14 ± 0,02 | 0,12 ± 0,02 | 0,0650 |
| Razzolare, % | 0,06 ± 0,02 | 0,07 ± 0,02 | 0,09 ± 0,02 | 0,06 ± 0,02 | 0,7200 |
| Esplorazione, % | 0,17 ± 0,03 | 0,18 ± 0,03 | 0,19 ± 0,03 | 0,17 ± 0,03 | 0,9147 |
| Preening, % | 0,08 ± 0,01 | 0,08 ± 0,01 | 0,10 ± 0,01 | 0,11 ± 0,01 | 0,3640 |
| Bagno di polvere, % | 0,02 ± 0,01 | 0,03 ± 0,01 | 0,04 ± 0,01 | 0,02 ± 0,01 | 0,4650 |
| Beccate, n/min | 69,08 ± 3,43 | 45,27 ± 3,43 | 49,65 ± 3,43 | 45,52 ± 3,43 | <0,0001 |

L'analisi dei dati ha evidenziato una tendenza della proporzione di soggetti impegnati nell'ovo-deposizione ad essere maggiore nel primo periodo della mattinata ($P<0,10$). Tale dato è in accordo con quanto fisiologicamente previsto per questa specie che tende a concentrare l'attività di deposizione nelle prime ore del mattino, per poi diradarla nelle ore successive e ad interromperla nel pomeriggio. La produzione dell'uovo, infatti, richiede circa 24 ore, la maggior parte delle quali sono necessarie per la sintesi del guscio (circa 20 ore). Il periodo del giorno ha influenzato anche la proporzione di soggetti impegnati in attività di deambulazione ($P<0,10$).

Dato interessante è quello del numero di beccate al minuto, che è stato maggiore nella prima ora di rilevazione del comportamento rispetto alle successive ($P < 0,001$). Tale risultato è da attribuire al fatto che la somministrazione di alimento è avvenuta subito prima dell'inizio delle osservazioni comportamentali quando le galline erano evidentemente più affamate.

Azienda L'Uovo d'oro

L'osservazione del comportamento è stata effettuata anche nell'azienda "**L'Uovo d'oro**", situata a Campagna (SA). In questa azienda, sempre biologica, le ovaiole vengono allevate "a terra", in capannoni, appositamente attrezzati, dotati di recinti esterni. Sono state considerate 300 galline di razza Hy-Line Brown, di 25 settimane di età, assegnate in maniera randomizzata a due gruppi di 150 capi ciascuno: Controllo (C) e Canapa (CA). Ogni gruppo era omogeneo per peso degli animali (1.846 kg), percentuale di ovideposizione (80%) e peso dell'uovo (60 g). Il gruppo C ha ricevuto mangime sbriciolato a base di farina di mais e pannello di estrazione di soia; al gruppo CA è stato somministrato mangime con il 25% di integrazione di pannello di estrazione di canapa. Le razioni erano iso-energetiche e iso-proteiche. I mangimi e l'acqua sono stati somministrati ad libitum.

L'osservazione del comportamento ha seguito lo stesso protocollo di quello applicato nell'azienda *Oasi rurale*, con 3 sessioni di 15' di osservazione per gruppo.

I risultati relativi all'osservazione del comportamento sono mutualmente esclusivi entro la localizzazione e le attività. L'effetto della dieta è riportato in Tabella 3. Nessuna delle categorie comportamentali considerate è stata influenzata dalla dieta, a differenza di quanto osservato nella prova condotta nell'azienda "Oasi rurale", nel corso della quale erano stati registrate proporzioni tendenzialmente più elevate di soggetti inattivi se alimentati con integrazione di canapa. Inoltre, nella prova precedente lo stesso gruppo di animali (dieta integrata con canapa) ha evidenziato proporzioni tendenzialmente più basse di soggetti impegnati nell'assunzione di alimento. Tali differenze sono probabilmente ascrivibili alla formulazione della dieta che differiva sia in termini di componenti, sia in termini di composizione chimica. In questa seconda prova, infatti, le diete canapa e controllo erano più simili per il contenuto di proteine ed energia e questo può aver ridotto le differenze di motivazione ad alimentarsi e ad essere attivi.

Tabella 3. Localizzazione delle ovaiole e attività comportamentali: effetto della dieta

| | Alimentazione | | P |
|------------------------|---------------|--------------|--------|
| | CA | C | |
| Localizzazione | | | |
| Nido, % | 0,04 ± 0,01 | 0,04 ± 0,01 | 0,9003 |
| Zona sopraelevata, % | 0,56 ± 0,02 | 0,60 ± 0,02 | 0,3308 |
| A terra, % | 0,40 ± 0,02 | 0,37 ± 0,02 | 0,2809 |
| Attività | | | |
| In piedi, % | 0,89 ± 0,02 | 0,89 ± 0,02 | 0,8154 |
| Accovacciate, % | 0,11 ± 0,02 | 0,11 ± 0,02 | 0,7755 |
| Assunzione alimento, % | 0,37 ± 0,02 | 0,38 ± 0,02 | 0,5680 |
| Assunzione acqua, % | 0,09 ± 0,01 | 0,10 ± 0,01 | 0,2486 |
| Deambulazione, % | 0,10 ± 0,01 | 0,08 ± 0,01 | 0,2459 |
| Inattività, % | 0,17 ± 0,01 | 0,16 ± 0,01 | 0,4219 |
| Ovodeposizione% | 0,03 ± 0,01 | 0,03 ± 0,01 | 0,9719 |
| Razzolare, % | 0,00 ± 0,00 | 0,01 ± 0,00 | 0,3336 |
| Esplorazione, % | 0,08 ± 0,01 | 0,10 ± 0,01 | 0,3193 |
| Preening, % | 0,10 ± 0,01 | 0,09 ± 0,01 | 0,6293 |
| Appollaiata, % | 0,04 ± 0,00 | 0,03 ± 0,00 | 0,1116 |
| Bagno di polvere, % | 0,02 ± 0,01 | 0,02 ± 0,01 | 0,4574 |
| Beccate, n/min | 57,36 ± 9,34 | 42,50 ± 9,34 | 0,2933 |

La Figura 1 illustra l'attività comportamentale di *preening* (auto-tolettatura) distintamente per gruppo e giorno di osservazione. I risultati evidenziano un andamento crescente di soggetti impegnati in questa attività col progredire del tempo. In particolare, sono state osservate differenze significative tra il primo ed il terzo rilievo ($0,052 \pm 0,020$ vs $0,15 \pm 0,017$; $P < 0,01$, rispettivamente) e tra il secondo ed il terzo rilievo ($0,087 \pm 0,020$ vs $0,15 \pm 0,017$; $P < 0,05$, rispettivamente). Tale risultato è analogo a quanto osservato nella prova precedente svolta presso l'azienda "Oasi rurale", in cui tale attività è stata più elevata nelle ultime due ore di osservazione rispetto alle prime due, e in accordo con quanto fisiologicamente previsto per questa specie (Deep et al., 2021). Il *preening*, infatti, è correlato con l'intensità luminosa ed è pertanto plausibile aspettarsi un aumento della proporzione di soggetti impegnati ad auto-tolettarsi nel corso della mattinata.

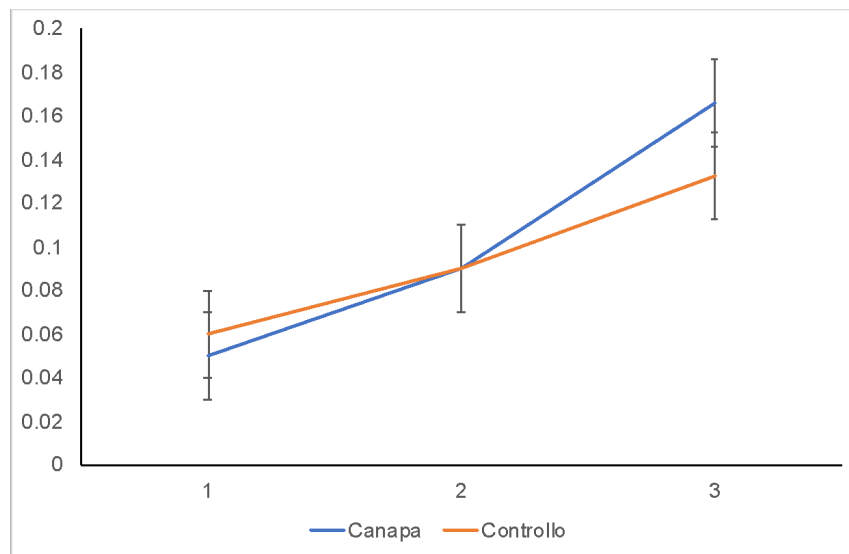


Figura 1 – Effetto del periodo di osservazione sul *preening*

I risultati delle osservazioni comportamentali sono stati presentati:

- Al meeting svoltosi ad Ancona, il 5 – 6 settembre 2022, presso l’Hotel Emilia (Portonovo di Ancona);
- Al meeting di Portici (NA), svoltosi il 5 aprile 2023, presso l’Università di Napoli Federico II;
- Al Congresso dell’Associazione per la Scienza e le Produzioni Animali (ASPA), organizzato a Monopoli (BA), dal 13 al 16 giugno 2023 con un poster dal titolo:
Effect of hemp cake-based diet on laying hen behavior
Braghieri A., Lambiase C., Serrapica F., Di Matteo R., Riviezzi A.M., De Rosa G.
e successiva pubblicazione sugli Atti del Congresso;
- Al meeting finale di Roma, svoltosi il 20 luglio 2023.

WP5 - Valutazione della sostenibilità delle filiere avicole

La Valutazione della sostenibilità della filiera avicola è stata effettuata applicando il metodo *Life Cycle Assessment (LCA)*; questa è una procedura oggettiva di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/processo/attività lungo l'intero ciclo di vita, dall'acquisizione delle materie prime al fine vita ("dalla Culla alla Tomba"), attraverso la quantificazione dell'utilizzo delle risorse (gli "input" come energia, materie prime, acqua) e delle emissioni nell'ambiente ("immissioni" nell'aria, nell'acqua e nel suolo) associate al sistema oggetto di valutazione. Secondo la norma ISO 14040 (2006), questa metodologia si compone di quattro fasi: 1) definizione dell'obiettivo, del campo di applicazione dell'analisi ISO 14041 (1998) e dei confini di sistema; 2) fase di inventario degli input e degli output di un determinato sistema (ISO 14041); 3) esecuzione della valutazione d'impatto (calcolo dei contributi forniti dagli input e dagli output materiali ed energetici stimati nella fase precedente, in termini di diverse categorie di impatto ambientale come, il Potenziale di Riscaldamento Globale (emissione atmosferica di CO₂, CH₄, NO₂), di Acidificazione (NH₃, NO_x, SO_x), di Eutrofizzazione (NO₃⁻, NH₃, NO_x, PO_x) e l'uso del suolo (m²/anno); 4) interpretazione dei risultati.

Nel caso delle aziende di ovaiole, i confini del sistema considerati sono stati dalla "culla al cancello dell'azienda" (cradle to the gate) e l'unità funzionale è stata il kg di uova prodotte. L'inventario ha previsto la raccolta dei dati primari presso l'azienda *L'uovo d'oro*, utilizzando la scheda riportata nello Schema 2. La scheda ha previsto la registrazione di tutti gli input (fertilizzanti, carburanti, energia elettrica, alimenti, ecc.) e di tutti gli output (uova, deiezioni). I dati raccolti sono stati analizzati mediante il software SimaPro 8.01Ph ed il database Ecoinvent 3.1; il metodo utilizzato è stato il ReCiPe H/A. Le categorie di impatto analizzate con approccio in Midpoint sono state:

- Climate Change (Kg CO₂-eq),
- Terrestrial acidification (g SO₂-eq),
- Freshwater eutrophication (g P-eq),
- Marine eutrophication (g N-eq),
- Agricultural land occupation (m²/y).

Schema 2. Scheda di rilevamento di input ed output per la fase di Inventario dell’LCA

| Ibrido allevato | |
|---|--|
| n. capi x trattamento | |
| Composizione percentuale mangime x trattamento | Proteina grezza, % Grassi grezzi, % Fibra grezza, % Ceneri grezze, % Lisina, g Metionina, g |
| Superficie aziendale, ha | |
| Superficie di allevamento coperta, mq | |
| Superficie di allevamento scoperta, mq | |
| Quantità annua concimi di sintesi x coltura | |
| Quantità annua diserbanti e pesticidi x coltura | |
| Quantità di acqua consumata per coltura | |
| Quantità di acqua consumata in allevamento annua | |
| Quantità di alimenti consumati annui autoprodotti | |
| Quantità di alimenti consumati annui acquistati | |
| Consumi di elettricità kW annui | |
| Consumi GPL | |
| Consumi gasoli litri annui | |
| Distanza dal fornitore di gasolio | |
| Distanza dal fornitore di mangime | |
| Quantità di uova prodotte annue | |

La Tabella 5 mostra le principali categorie di impatto investigate per kg di uova prodotte in un anno. L’impatto ambientale, espresso in termini di cambiamento climatico, è risultato essere pari a 1,61 kg CO₂-eq/ kg di uova anno. Un recente studio condotto in Italia ha mostrato un valore pari 1,56 kg CO₂-eq / kg di uova anno (Costantini et al., 2018) mentre, a livello globale, i valori variano da meno di 1 kg CO₂-eq ad oltre 5 kg di CO₂-eq/kg di uova, in funzione dell’area geografica di riferimento e delle tecniche di allevamento (Costantini et al., 2021). La Tabella 6 mostra i principali processi coinvolti per quel che riguarda il cambiamento climatico. Il 74,8% è da imputare all’alimentazione pari a circa

1,20 kg CO₂-eq/kg di uova anno, mentre i consumi energetici, gasolio ed elettricità impattano per il 24,4%. Da notare come in questo tipo di allevamento l'animale, a differenza dei bovini, è responsabile di circa l'1% dell'impatto totale, in termini di cambiamento climatico.

La Tabella 7 illustra le principali sostanze emesse in aria responsabili dell'effetto serra. La CO₂ in totale rappresenta più del 60% seguita dall'ossido di diazoto (N₂O) con il 30% dei gas clima alteranti. Da notare il metano (CH₄) rappresenta poco meno del 5% del totale dei gas ed è quasi esclusivamente generato dalle fermentazioni della gestione della pollina.

Per quanto riguarda l'impatto in termini di acidificazione dei terreni, il valore osservato è pari 23,91 g SO₂-eq/kg di uova anno (Tabella 5). Il principale processo implicato risulta essere la produzione di alimenti, pari a 97,1%, seguito dal consumo di combustibili fossili (Tabella 8); le principali sostanze emesse in aria sono ammoniaca, diossido di zolfo, ossido di azoto, rispettivamente del 75, 13, 11% (Tabella 9).

L'impatto generato sulle acque dolci e marine è risultato essere, rispettivamente, di 0,42 g P-eq/kg di uova anno e di 24,14 g N-eq/kg di uova anno (Tabella 5). L'alimentazione risulta la principale responsabile di entrambe gli impatti (Tabelle 10-11); le principali sostanze emesse sono state individuate nei fosfati e fosforo nelle acque, per l'eutrofizzazione delle acque dolci (Tabella 11) e i nitrati per quella delle acque marine (Tabella 13).

L'impatto generato in termini di occupazione agricola del suolo è risultato pari a 3,75 m²/anno/kg di uova anno (Tabella 5). L'alimentazione e la produzione di alimenti industriali è responsabile di circa 99,9% con una minima parte imputata alla produzione di energia elettrica (Tabella 14).

L'uso della risorsa idrica in generale è risultato pari a 2,18 m³/kg di uova anno (Tabella 5), imputabile il 77% alla produzione di alimenti e per il 20,6% alla produzione di energia elettrica (Tabella 15).

Da questa prima indagine sulla valutazione dell'impatto ambientale mediante l'approccio LCA, eseguita su di un allevamento di galline ovaiole condotto secondo il metodo biologico in Italia meridionale, si evince che il principale processo responsabile degli effetti clima alteranti è la produzione di alimenti industriali, seguita dai consumi di combustibili fossili (Diesel ed Elettricità).

Un intervento sulla produzione di mangimi con minore impatto ambientale potrebbe essere un primo approccio positivo per mitigare i cambiamenti climatici, seguito da un approccio estensivo della produzione di uova biologiche ed un minore impiego di alimenti industriali. Maggiori studi saranno necessari per migliorare l'efficienza della gallina ovaiole al pascolo, per valutare la produttività di questo sistema di allevamento e la sua sostenibilità, in termini economici ed ambientali.

Tabella 5. Impatti ambientali del Ciclo di vita di produzione di galline ovaiole biologiche espressi in kg di Uova

| Categoria di Impatto | LCA Ovaiole per kg di Uova |
|--|-----------------------------------|
| Cambiamento climatico (Kg CO ₂ -eq) | 1,61 |
| Acidificazione terrestre (g SO ₂ -eq) | 23,91 |
| Eutrofizzazione dell'acqua dolce (g P-eq) | 0,42 |
| Eutrofizzazione dell'acqua marina (g N-eq) | 24,14 |
| Occupazione del suolo agricolo (m ² /y) | 3,75 |
| Esaurimento dell'acqua (m ³) | 2,18 |

Tabella 6. Cambiamento climatico: principali processi coinvolti

| Processo coinvolto | Percentuale (%) |
|---------------------------|------------------------|
| Alimentazione | 74,8 |
| Consumo di Gasolio | 19,7 |
| Consumo di Elettricità | 4,7 |
| Animali | 0,6 |
| Trasporti | 0,2 |

Tabella 7. Cambiamento climatico: principali sostanze inquinanti emesse in aria

| Principali Gas effetto serra | Percentuale (%) |
|-------------------------------------|------------------------|
| CO ₂ – fossile | 43,6 |
| CO ₂ | 19,1 |
| N ₂ O | 30,1 |
| CH ₄ | 4,3 |

Cut-off 0,1%

Tabella 8. Acidificazione terrestre: principali processi coinvolti

| Processo coinvolto | Percentuale (%) |
|---------------------------|------------------------|
| Alimentazione | 97,1 |
| Consumo di Gasolio | 1,7 |
| Consumo di Elettricità | 1,2 |

Tabella 9. Acidificazione terrestre: principali sostanze inquinanti emesse in aria

| Principali Gas effetto serra | Percentuale (%) |
|-------------------------------------|------------------------|
| NH ₃ | 75,0 |
| SO ₂ | 13,0 |
| NO _x | 11,0 |
| SO | 1,0 |

Tabella 10. Eutrofizzazione dell'acqua dolce: principali processi coinvolti

| Processo coinvolto | Percentuale (%) |
|---------------------------|------------------------|
| Alimentazione | 96,4 |
| Consumo di Gasolio | 0,1 |
| Consumo di Elettricità | 3,5 |

Tabella 11. Eutrofizzazione dell'acqua dolce: principali sostanze inquinanti emesse in acqua e suolo

| Principali sostanze inquinanti | Percentuale (%) |
|---------------------------------------|------------------------|
| PO ₄ ⁻³ | 77,5 |
| P (in acqua) | 18,7 |
| P (nel suolo) | 3,7 |

*Cut off 0,1%***Tabella 12. Eutrofizzazione marina: principali processi coinvolti**

| Processo coinvolto | Percentuale (%) |
|---------------------------|------------------------|
| Alimentazione | 99,8 |
| Consumo di Gasolio | 0,1 |
| Consumo di Elettricità | 0,1 |

Tabella 13. Eutrofizzazione marina: principali sostanze inquinanti emesse in acqua e suolo

| Principali sostanze inquinanti | Percentuale (%) |
|---------------------------------------|------------------------|
| NO ₃ - (in acqua) | 96,3 |
| NH ₃ (in aria) | 2,8 |

Cut-off 0,1%

Tabella 14. Occupazione del suolo agricolo: principali processi coinvolti

| Processo coinvolto | Percentuale (%) |
|---------------------------|------------------------|
| Alimentazione | 99,9 |
| Consumo di Elettricità | 0,1 |

Tabella 15. Esaurimento dell'acqua: principali processi coinvolti

| Processo coinvolto | Percentuale (%) |
|---------------------------|------------------------|
| Alimentazione | 77,3 |
| Consumo di Gasolio | 2,0 |
| Consumo di Elettricità | 20,6 |

Cut-off 0,1%

Bibliografia

Costantini, M., Lovarelli, D., Orsi, L., Ganzaroli, A., Ferrante, V., Febo, P., Guarino, M., Bacenetti, J. (2018). Investigating on the environmental sustainability of animal products: The case of organic eggs. *J.Cleaner Prod.* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123046>

Costantini, M., Ferrante, V., Guarino, M., Bacenetti, J. (2021). Environmental sustainability assessment of poultry productions through life cycle approaches: A critical review. *Trends Food Sci. and Tech.* <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.086>

ANALISI SENSORIALI DELLE UOVA

Le analisi sensoriali hanno riguardato:

- a) la valutazione del profilo sensoriale, per mezzo dell'analisi quantitativa descrittiva (QDA);
- b) la valutazione dell'accettabilità da parte dei consumatori per mezzo dell'Home Use Test.

Azienda “Oasi Rurale”

QDA

La prima fase di questa analisi ha previsto il reclutamento telefonico di circa 20 potenziali panellisti, interessati e disponibili alla valutazione sensoriale, fra gli abituali consumatori di uova (che consumavano questo prodotto almeno una volta alla settimana). Questi sono stati selezionati in base alle indicazioni ISO 8586–1 (ISO, 2012), valutando l'assenza di anomalie visive, quali la difficoltà nella percezione dei colori, utilizzando le tavole di Ishihara, e la capacità di riconoscere gli odori mediante “Sniffin’ Sticks”, vale a dire delle “penne” contenenti stimoli odorosi differenti. L'ultima parte della selezione ha riguardato la capacità di riconoscimento dei gusti fondamentali (salato, acido, dolce e amaro), a diverse concentrazioni. Alla fine di questa fase, sono stati selezionati 12 panellisti, in grado di riconoscere il 100% dei gusti fondamentali e almeno l'80% delle soglie di intensità.

Lo stadio seguente ha riguardato la generazione di un vocabolario comune di attributi, specifico per le uova. Basandosi su riferimenti bibliografici disponibili e con il coordinamento del panel leader, i giudici hanno assaggiato alcuni campioni di uova sode, prodotte da allevamenti non partner del progetto. Tali campioni sono stati consegnati a casa dei panellisti che, tramite videoconferenza, cui ha partecipato anche il panel leader, hanno generato e concordato tra di loro, la definizione di una lista di attributi riguardanti l'aspetto, l'odore, il gusto/flavor e la consistenza (Tabella 16).

Tabella. 16. Vocabolario descrittivo per il profilo sensoriale delle uova

| | Definizione |
|---|--|
| <i>Aspetto Tuorlo</i> | |
| Intensità del giallo | Intensità del colore del tuorlo (0 giallo chiaro/ 100 giallo intenso) |
| Opacità del tuorlo | Caratteristica visiva che descrive l'incapacità del prodotto a riflettere la luce |
| Intensità del bianco | Intensità del colore dell'albume (0 bianco gesso/100 bianco sporco) |
| <i>Odore</i> | |
| Odore complessivo | Caratteristica olfattiva che ricorda le uova bollite a lungo |
| <i>Gusto/Flavour</i> | |
| <i>Tuorlo</i> | |
| Amaro | Sensazione gustativa provocata da sostanze come la caffeina |
| Dolce | Sensazione gustativa provocata da zuccheri come il saccarosio |
| Salato | Sensazione gustativa provocata da sali inorganici come il cloruro di sodio |
| Flavour complessivo | Flavour tipico di uovo sodo bollito a lungo |
| <i>Consistenza tuorlo</i> | |
| Friabilità (valutata prima del consumo) | Facilità di un campione a rompersi in frammenti in seguito a una compressione con forchetta |
| Pastosità | Tendenza del campione a formare durante la masticazione una massa densa e compatta senza sciogliersi |

La fase successiva ha riguardato l'addestramento alle intensità bassa e alta dei diversi attributi, che è avvenuta utilizzando uova sottoposte a tempi di bollitura differenti, presso il laboratorio dotato di cabine sensoriali individuali.

I panellisti, inoltre, sono stati addestrati (Stone & Sidel, 2004) all'uso della scala non strutturata, che va da 0 a 100mm (Fig. 2), utilizzando una scala strutturata con intervalli definiti di intensità (Fig. 3).

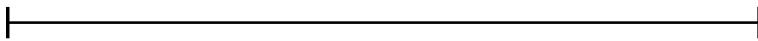


Figura 2. Scala lineare non strutturata utilizzata per la valutazione dell'intensità degli attributi

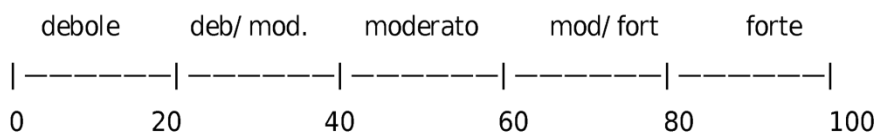


Figura 3. Scala lineare ed intervalli di intensità utilizzata per l'addestramento all'uso della scala

La fase successiva ha riguardato la valutazione dei campioni sperimentali, che si è svolta nelle cabine sensoriali individuali (Fig. 4). Le uova sono state immerse in acqua fredda e cotte per 15' a partire dall'inizio dell'ebollizione. Per mezzo del software "Smart Sensory Box", è stato preparato il questionario da utilizzare nella QDA e una Master Card, per randomizzare la distribuzione dei campioni ai panellisti. Le uova sode dei gruppi C e CA sono state identificate ciascuna da un codice numerico a tre cifre e somministrate in maniera randomizzata ai consumatori. Ogni campione è stato valutato in tre repliche, su uova appena deposte e dopo 28d. Tra un campione e l'altro i panellisti erano invitati a sciacquare la bocca con acqua liscia, per annullare l'effetto del campione precedente.



Figura 4. Cabina sensoriale individuale

Home Use test

Per lo studio dell'accettabilità sono stati reclutati telefonicamente 100 consumatori, suddivisi in tre fasce d'età (18-39, 40-59 e over 60) e bilanciati per il genere. Considerata la situazione emergenziale, il test è stato di tipo "domestico" e i campioni sono stati valutati nell'ambiente e nelle normali condizioni d'uso. Ad ogni giudice sono state consegnate due uova (corrispondenti ai due trattamenti sperimentali), identificate da codici numerici a tre cifre, le indicazioni (per la conservazione, cottura e valutazione) e una scheda di valutazione (Fig. 5). Prima della cottura il consumatore doveva lasciare i campioni a temperatura ambiente per almeno 2 ore, poi immergerle in 700 ml di acqua e lasciarle cuocere per 15 minuti, a partire dall'inizio dell'ebollizione. Trascorso il tempo indicato, le uova dovevano essere raffreddate in acqua corrente, sgusciate e valutate una per volta nella loro interezza (tuorlo e albume).

I consumatori hanno espresso un giudizio di gradevolezza complessiva, di gradevolezza per l'aspetto, per la consistenza e per il sapore, utilizzando una scala a nove punti che va da estremamente gradevole a estremamente sgradevole.

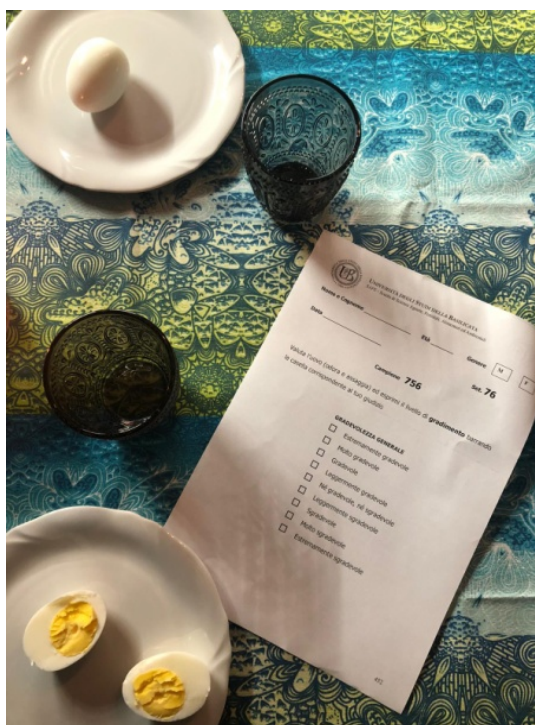


Figura 5. Home Use Test

Valutazione del colore del tuorlo con Computer Video System

Le caratteristiche colorimetriche, luminosità L^* , indice del rosso a^* e indice del giallo b^* , sono state valutate sul tuorlo di ciascun per gruppo sperimentale, utilizzando il Computer Vision System (CVS); questa procedura prevede l'acquisizione di una foto del tuorlo tramite macchina fotografica e successiva analisi dell'immagine attraverso un software di elaborazione d'immagini. Per ogni campione sono state effettuate tre repliche. I campioni sono stati fotografati all'interno di un Box fotografico portatile (Fig. 6).



Figura 6. Computer Vision System: valutazione colore del tuorlo

Di seguito è riportata la descrizione del CVS usato per l'acquisizione dell'immagine. È stata utilizzata una fotocamera CANON EOS 450D ad alta risoluzione (12,2 Mega pixel) per l'acquisizione dell'immagine sotto una luce appropriata. (Fig. 7).

La fotocamera è stata calibrata ed è stata caratterizzata con il Colorchecker composto da 24 riquadri di cartoncino colorato allo scopo di ottenere il profilo ICC (International Color Consortium). Il profilo ICC è un set di dati che caratterizza un apparecchio che gestisce il colore in input o in output secondo gli standard ICC. Il Colorchecker è stato fotografato impiegando il CVS per ottenere i valori di RGB in un range teorico di 0-255. La macchina fotografica è stata collegata ad un personal computer NEC MultySync con monitor LCD con un gamut sRGB (standard RGB) e il monitor è stato calibrato ed è stato caratterizzato con il software Eye-One Match 3.2. al fine di ottenere il profilo ICC. Per la

gestione del colore è stato utilizzato il software Adobe Photoshop CS6 (Fig. 2). Dalle foto in formato “.raw”, sono state ottenute le coordinate CIELab, luminosità (L^*), rosso (a^*) e giallo (b^*).

L'intensità del giallo del tuorlo crudo è stata anche valutata sui campioni posti all'interno del box fotografico, da ciascun panellista, che ha assegnato un valore di intensità sulla base del sistema Munsell: il campione in esame è stato fisicamente accostato dai giudici ad un catalogo di colori nella scala dei gialli per definirne il gradiente (Fig. 7).

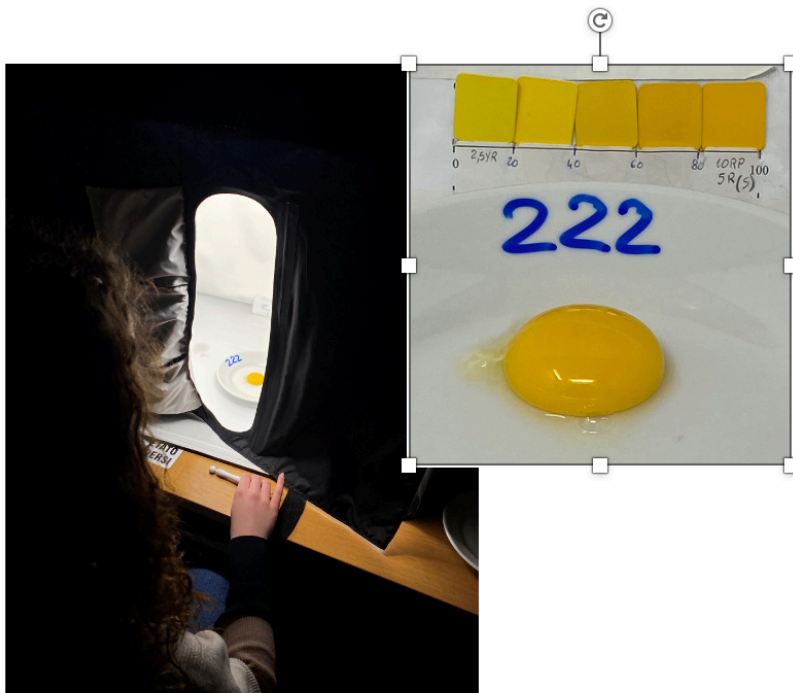


Figura 7. Valutazione dell'intensità del giallo del tuorlo.

Risultati

Nello specifico è stato considerato l'effetto del trattamento alimentare e della conservazione sul profilo sensoriale delle uova. L'attributo pastosità (Fig. 8) è stato interessato da cambiamenti attribuibili alla tipologia di alimentazione delle ovaiole. In particolare, le uova ottenute da ovaiole alimentate con canapa sono risultate meno pastose rispetto ai campioni di controllo (52,72 e 63,50; $P < 0,05$, rispettivamente). Va sottolineato che la differente composizione delle uova sperimentali e di controllo potrebbe essersi tradotta in una differente evoluzione del loro profilo sensoriale in termini di pastosità. Infatti, una maggiore presenza degli acidi grassi poli-insaturi, che sono probabilmente più presenti nelle uova del gruppo trattato con canapa, può aver determinato un'intensità inferiore di questo attributo, a causa della minore consistenza che un maggior grado di insaturazione può conferire ai grassi. Per quanto riguarda il tempo di conservazione, invece, sono state riscontrate differenze significative ($P < 0,05$) solamente per gli attributi "opacità" e "flavour" (Fig. 9). Nello specifico, al termine della *shelf life* le uova mostravano una minore opacità (48,07 e 58,38 per le uova al tempo 0 e le uova conservate per 28 giorni in frigorifero a 4°C, rispettivamente) ed erano caratterizzate da punteggi più alti per il flavour complessivo (60,68 e 50,53 per le uova al tempo 0 e le uova conservate per 28 giorni in frigorifero a 4°C, rispettivamente). Dalla valutazione dell'interazione dell'effetto del trattamento e del tempo è stato evidenziato che per le uova ottenute da galline alimentate con canapa (Fig. 10) si ha, nel corso del tempo, un aumento del flavour (43,38 al giorno 0 e 49,52 a 28 giorni) e dell'odore complessivo (54,89 al giorno 0 e 62,18 a 28 giorni), mentre per le uova di controllo (Fig. 11) è stata riscontrata una diminuzione dell'opacità (52,04 al giorno 0 e 46,22 a 28 giorni). L'integrazione della dieta delle ovaiole con canapa comporta un arricchimento delle uova in acidi grassi essenziali che potenzialmente potrebbe determinare aromi e sapori sgradevoli (Goldberg et al., 2012). Va sottolineato che la differente composizione delle uova sperimentali e di controllo potrebbe essersi tradotta in una differente evoluzione del loro profilo sensoriale nel corso della *shelf life*; in particolare si fa riferimento al flavour e all'odore delle uova del gruppo CA (Fig. 10). Infatti, una minore stabilità degli acidi grassi poli-insaturi, che sono probabilmente più presenti nelle uova del gruppo trattato con canapa, può aver determinato uno sviluppo più accentuato di questi due attributi. Ciò nonostante, il profilo sensoriale delle uova sperimentali e quelle di controllo non sono risultati essere molto diversi anche a 28 giorni.

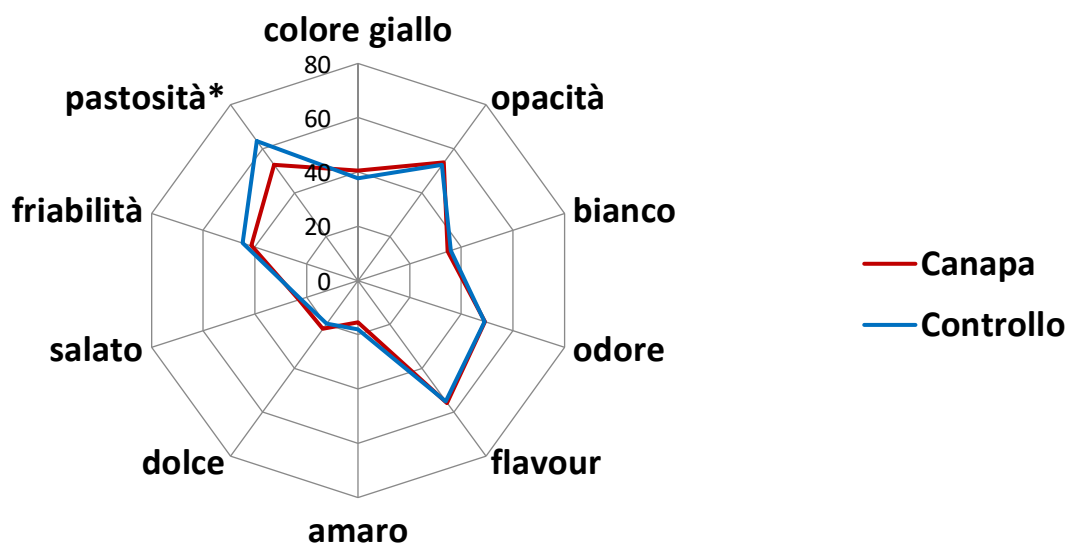


Figura 8. Profilo sensoriale delle uova in funzione del trattamento alimentare.

* $P < 0,05$

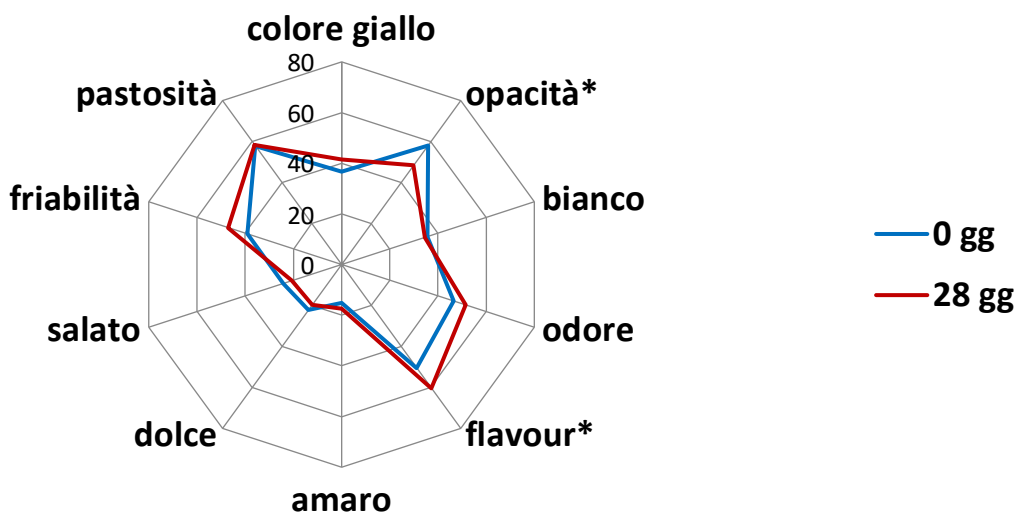


Figura 9. Profilo sensoriale delle uova in funzione del tempo di conservazione.

* $P < 0,05$

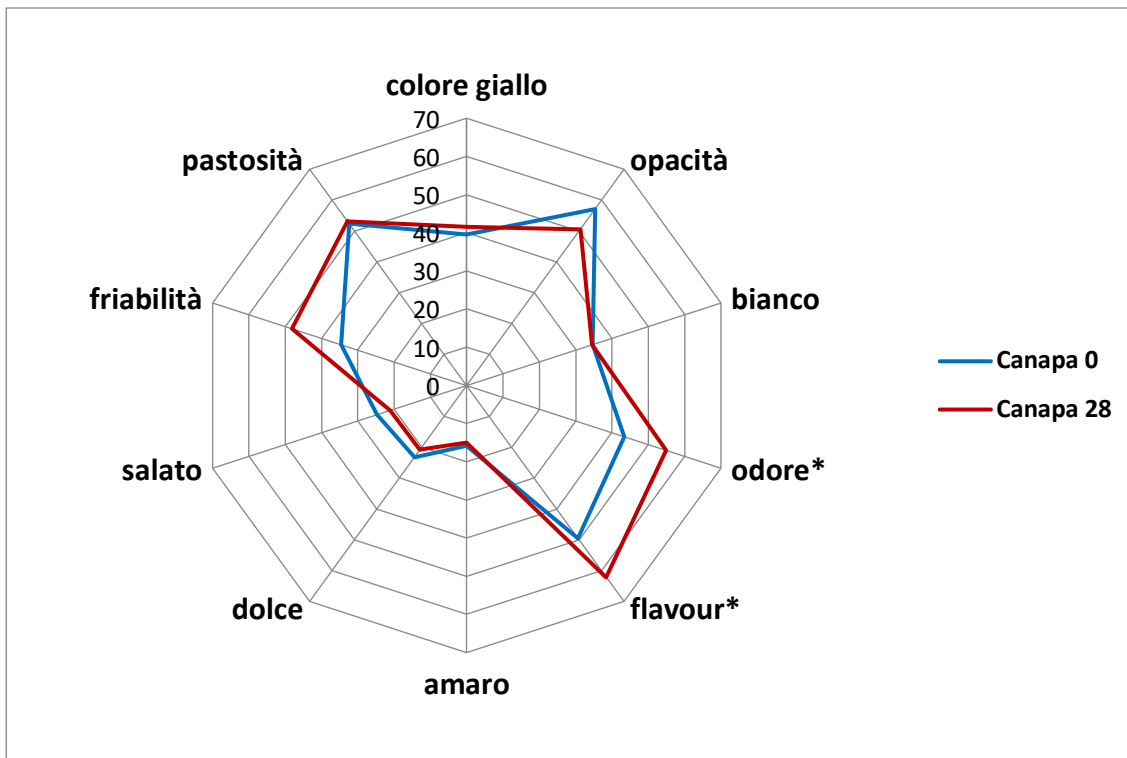


Figura 10. Profilo sensoriale delle uova prodotte dal gruppo Canapa in relazione al tempo di conservazione.

* $P < 0,05$

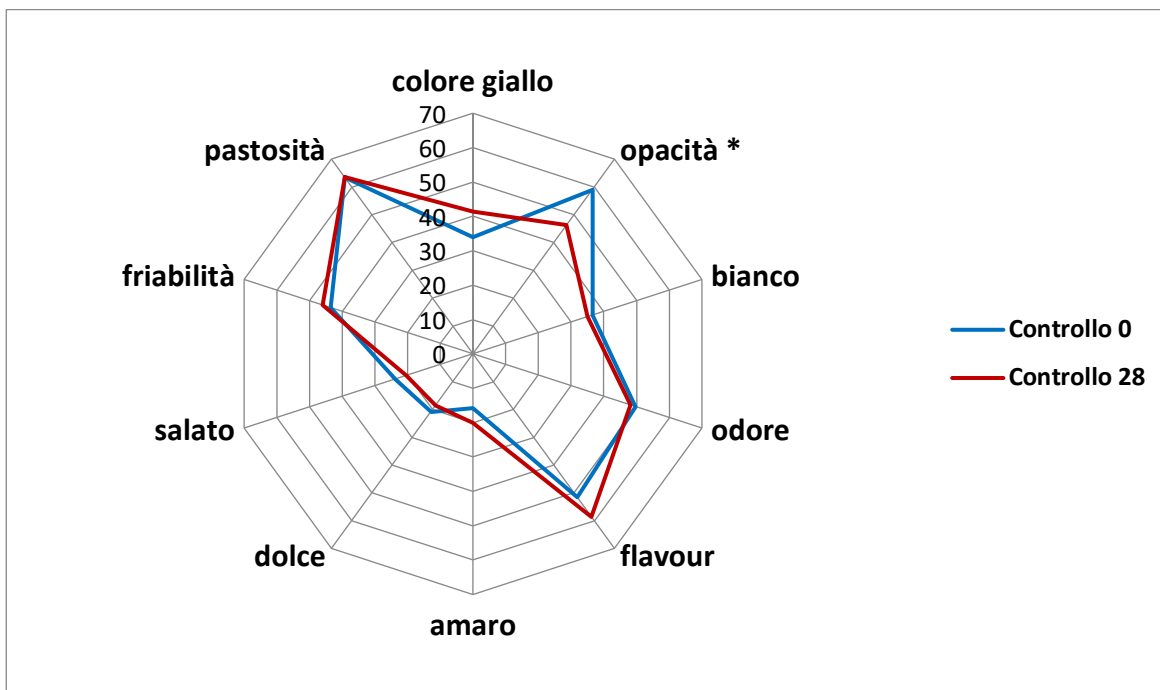


Figura 11. Profilo sensoriale delle uova prodotte dal gruppo Controllo in relazione al tempo di conservazione.

* $P < 0,05$

I dati medi degli attributi sensoriali, raggruppati per trattamento e tempo di conservazione, sono stati sottoposti a PCA; questo ha consentito una valutazione campione x descrittore riducendo, appunto, la dimensionalità dei dati nelle Componenti Principali. È stata quindi ottenuta una mappa dei descrittori e dei campioni, il cosiddetto “Biplot” (Fig. 12). La prima e la seconda componente spiegano una varianza del 54,12% e del 28,03%, rispettivamente. Le quattro osservazioni sono situate ciascuna in un quadrante del grafico, evidenziando una notevole differenziazione tra le stesse. In particolare, si osserva che i campioni ai differenti tempi di analisi si differenziano lungo la prima componente, con una forte influenza dell’opacità, del salato, dell’odore e del flavour. Mentre i campioni in base al trattamento si differenziano lungo la seconda componente, su cui hanno un peso maggiore la pastosità e il colore sia del tuorlo che dell’albume.

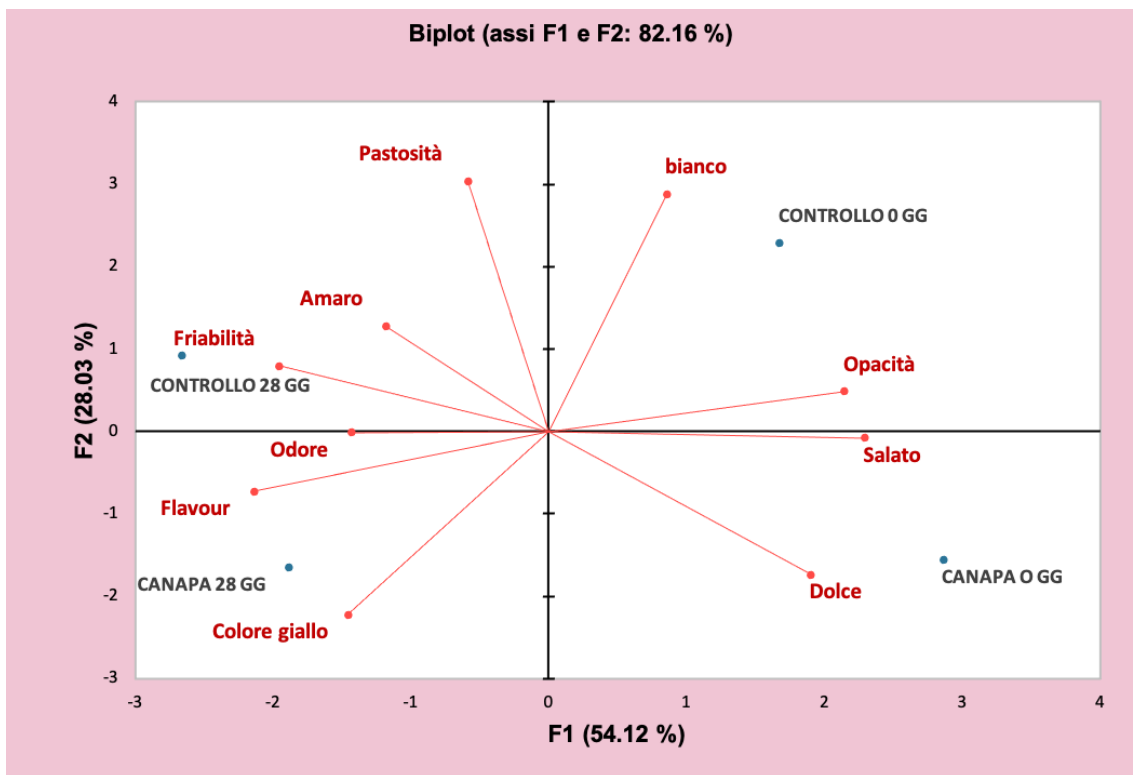


Figura 12. Biplot relativo all’analisi delle componenti principali del profilo sensoriale delle uova in funzione del trattamento alimentare e del tempo di conservazione

La figura 13 illustra i risultati dell’Home Use Test relativi alla valutazione della gradevolezza delle uova in funzione del trattamento alimentare. I consumatori hanno espresso un punteggio di gradimento simile e soddisfacente per entrambi i campioni poiché, per tutti gli aspetti considerati, il giudizio è risultato superiore al valore “neutro” di 5 e corrispondente all’etichetta “né gradevole, né sgradevole”.

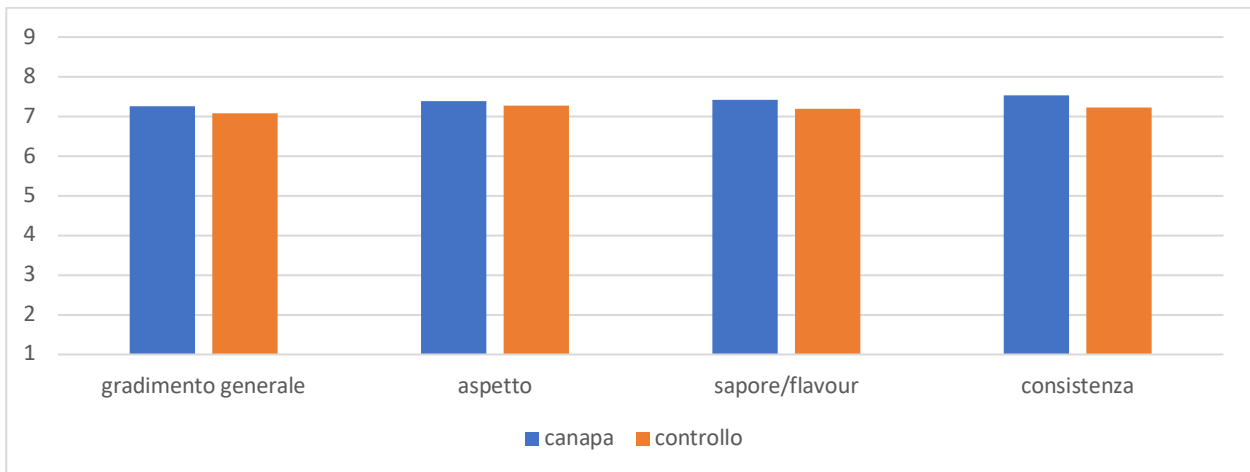


Figura 13. Home Use test: gradevolezza delle uova in relazione al trattamento alimentare

I dati sono riportati come valori medi (n=100)

Per quanto concerne l'intensità del giallo percepita dai panellisti e il colore del tuorlo valutato con il CVS non si è osservato un effetto significativo né del trattamento alimentari (Fig. 14), né del periodo di conservazione (Fig. 15).

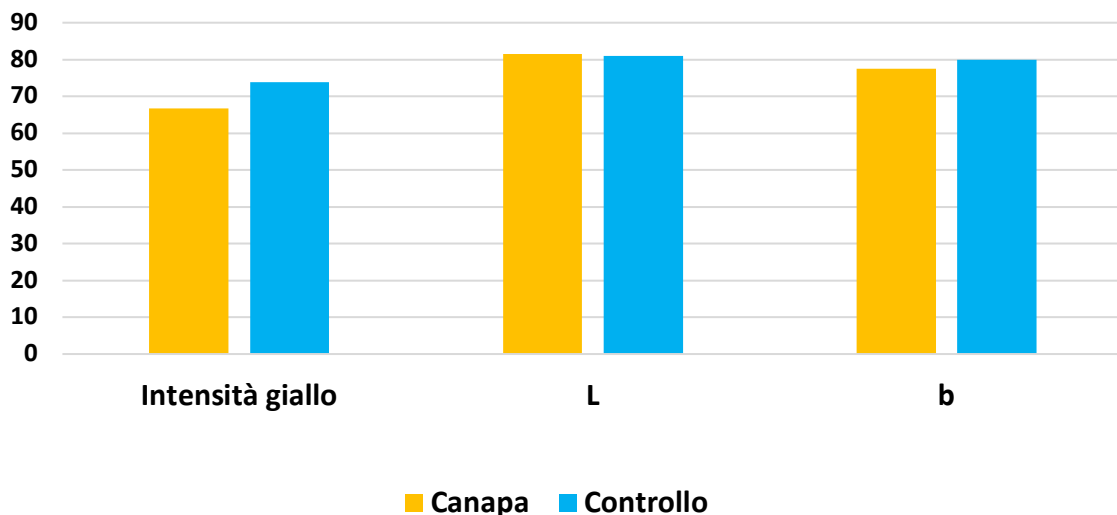


Figura 14. Colore del tuorlo valutato con CVS: effetto dell'alimentazione.

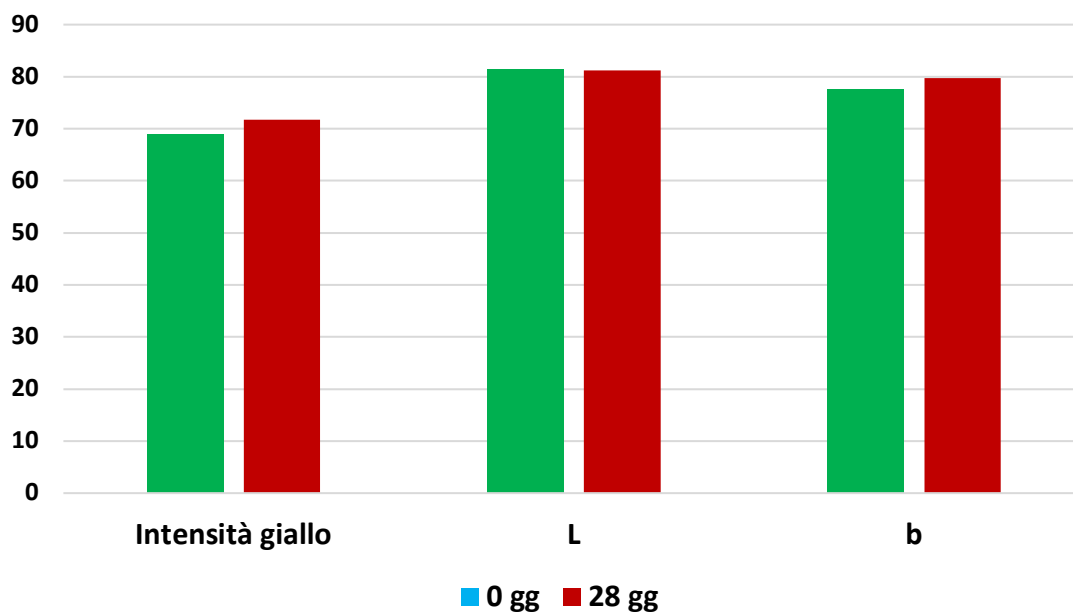


Figura 15. Colore del tuorlo valutato con CVS: effetto del periodo di conservazione.

Azienda “L’Uovo d’oro”

Le fasi della QDA relative al reclutamento, selezione e addestramento del panel sono analoghe a quelle descritte per la valutazione del profilo sensoriale delle uova prodotte dall’azienda “Oasi rurale”; nel caso dell’azienda “L’Uovo d’oro”, il panel era composto da 10 giudici.

La prova ha riguardato la valutazione dell’effetto del trattamento alimentare sul profilo sensoriale delle uova. La maggior parte degli attributi delle uova delle galline del gruppo di Controllo evidenziano un’intensità più bassa rispetto alle uova delle galline alimentate con integrazione di canapa (Figura 16). In particolare, l’attributo *flavour* complessivo, il gusto salato, la friabilità, la pastosità e l’intensità del giallo hanno evidenziato una tendenza ad essere più intensi nelle uova del gruppo Canapa rispetto al Controllo ($P < 0,10$). L’integrazione della dieta delle ovaiole con canapa comporta un arricchimento delle uova in acidi grassi insaturi che potenzialmente potrebbe determinare variazioni del profilo sensoriale (Goldberg et al., 2012). Ciò nonostante, nella presente indagine, le caratteristiche sensoriali delle uova sperimentali e di quelle di controllo non sono risultate molto diverse.

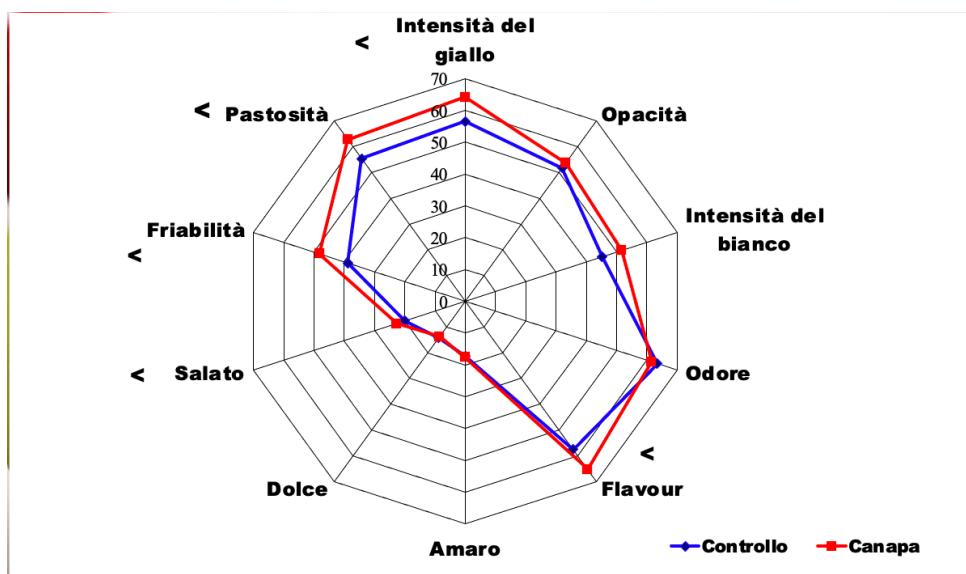


Figura 16. Profilo sensoriale di uova ottenute da galline alimentate con dieta Controllo o con dieta integrata con Canapa.

Home Use test

Al fine di determinare l’accettabilità dei prodotti ai consumatori è stato chiesto di esprimere il livello di gradimento, sia in termini di accettabilità globale, sia in funzione di specifici input sensoriali relativi all’aspetto, al sapore e alla consistenza delle uova, dopo aver preparato le uova seguendo le

indicazioni che da protocollo sono state fornite insieme ai campioni. La preparazione delle uova, è stata realizzata dagli stessi consumatori nel corso di un'home test per evitare assembramenti nel laboratorio di analisi sensoriale, seguendo la stessa procedura indicata per la precedente azienda.

Non sono state riscontrate differenze significative tra i due campioni (Tabella 16) e i valori medi di gradevolezza sono risultati tutti al di sopra del valore di neutralità 5, indicando un gradimento apprezzabile per entrambi i prodotti.

Al contrario, si è evidenziato un effetto significativo dell'età (Tabella 17) poiché i consumatori di età compresa tra 18 - 39 anni hanno espresso punteggi di gradimento generale, per l'aspetto e per il sapore, significativamente inferiori rispetto alle altre due classi di età. Inoltre, per la gradevolezza per la consistenza sono state riscontrate differenze significative fra tutte le classi di età, con valori di crescenti all'aumentare dell'età.

Tabella 16. Home use test: effetto del trattamento alimentare

| | Trattamento | | |
|----------------|-------------|-------------|----|
| | Canapa | Controllo | P |
| Gradevolezza | 7,25 ± 0,12 | 7,13 ± 0,12 | NS |
| G. Aspetto | 7,13 ± 0,12 | 7,14 ± 0,12 | NS |
| G. Sapore | 7,01 ± 0,13 | 6,82 ± 0,13 | NS |
| G. Consistenza | 7,00 ± 0,13 | 7,02 ± 0,13 | NS |

Tali risultati sono probabilmente attribuibili al fatto che l'uovo è un alimento associato alla cucina tradizionale e alla maggiore familiarità che le classi di età più elevate hanno con questo prodotto. La familiarità, infatti, può influenzare marcatamente l'accettabilità degli alimenti (De Toffoli et al., 2019).

Tabella 17. Media ed errore standard dell'accettabilità delle uova in funzione della classe di età dei consumatori

| | Classi di età in anni | | | P |
|--------------|-----------------------|--------------|--------------|--------|
| | 18 - 39 | 40 - 60 | > 60 | |
| Gradevolezza | 6,84 ± 0,16a | 7,29 ± 0,12b | 7,44 ± 0,15b | 0,0172 |
| Aspetto | 6,68 ± 0,16a | 7,29 ± 0,12b | 7,44 ± 0,15b | 0,0003 |
| Sapore | 6,40 ± 0,18a | 7,03 ± 0,14b | 7,31 ± 0,17b | 0,0009 |
| Consistenza | 6,51 ± 0,17a | 6,99 ± 0,13b | 7,54 ± 0,17c | 0,0001 |

a,b,c, =P<0,05

Colore del tuorlo

Oltre che sul tuorlo cotto il colore, in termini di intensità del giallo, è stato valutato sul tuorlo crudo dagli stessi pannellisti impiegati per descrivere il profilo sensoriale delle uova (Fig. 17).

Le uova prodotte dal gruppo Canapa hanno evidenziato un'intensità del giallo maggiore ($P < 0,05$). Tale risultato è in accordo con quanto percepito nel corso della QDA nell'uovo cotto: i tuorli delle uova delle galline alimentate con canapa tendevano ad avere un'intensità del giallo maggiore.

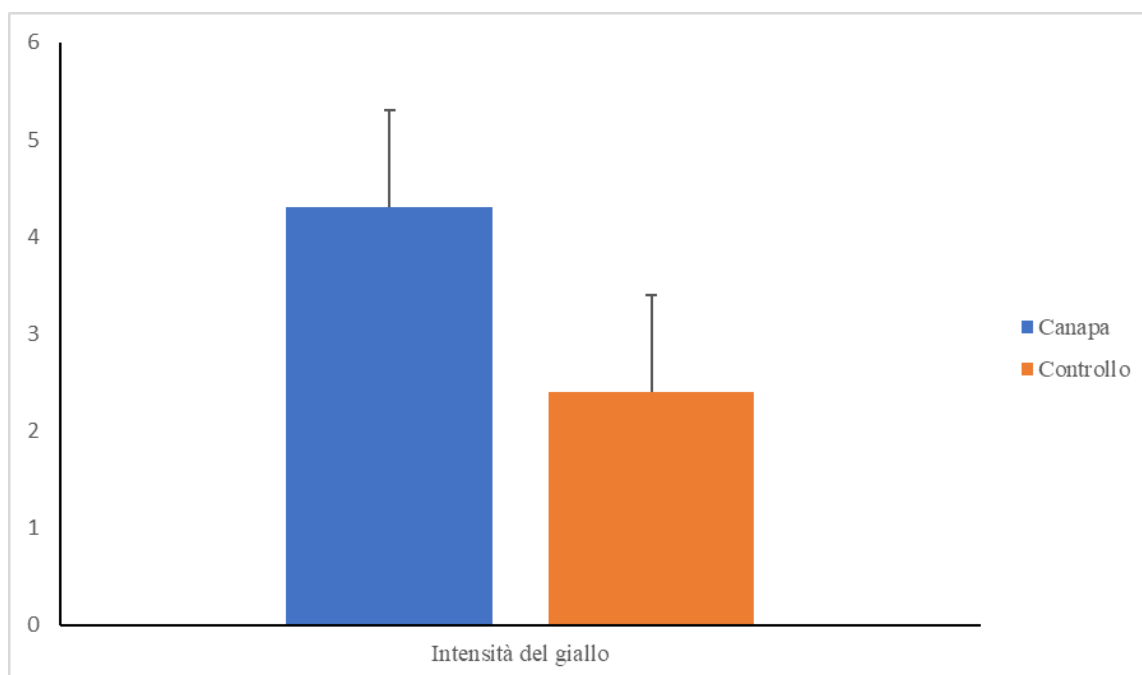


Figura 17. Intensità del giallo valutata dai pannellisti sul tuorlo crudo.

Ossidazione lipidica

Per determinare il grado della degradazione ossidativa è stata utilizzata la reazione della malondialdeide (MDA) con l'acido tiobarbiturico (TBA). Il test del TBA è stato eseguito secondo la metodica di Salih et al. (1987) su campioni di uova prodotte dal gruppo di controllo e dal gruppo alimentato con canapa. Il trattamento alimentare ha avuto un effetto significativo sul livello di MDA che è risultato più elevato nel tuorlo di uova prodotte dalle ovaiole integrate con canapa (Figura 18), probabilmente a causa della maggiore percentuale di acidi grassi insaturi in quest'ultimo prodotto. Infatti, la suscettibilità degli alimenti all'ossidazione aumenta all'aumentare del numero di doppi legami nel grasso (Allen and Foegeding, 1981). Va, tuttavia, sottolineato che i livelli rilevati sono ben al di sotto di quelli di riferimento per la rancidità degli alimenti pari a 1 mg/kg (Watts, 1962).

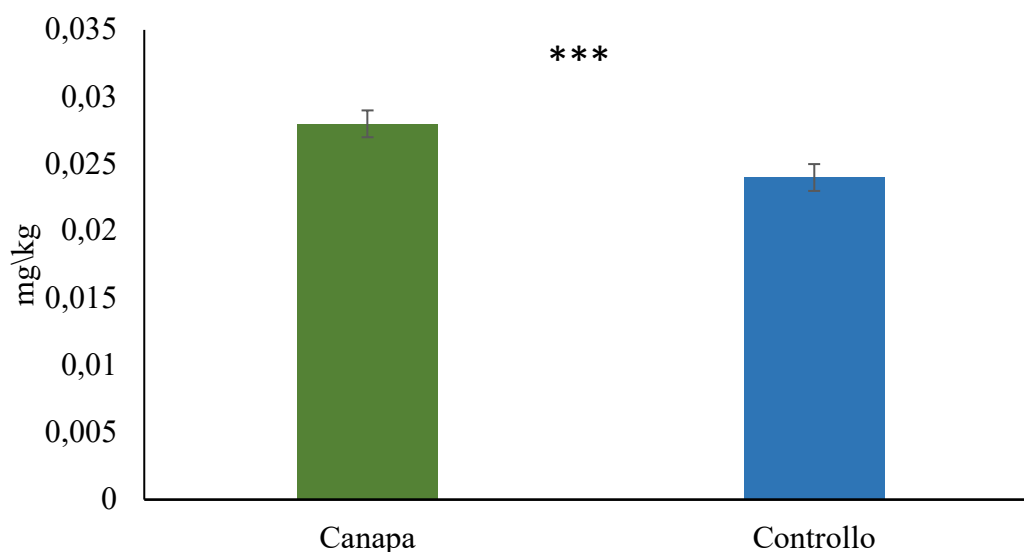


Figura 18. Livello di ossidazione lipidica misurato come contenuto di malondialdeide

I risultati dell'analisi sensoriale delle uova prodotte nella prova presso l'azienda "Oasi Rurale" sono stati oggetto della seguente comunicazione:

LA CANAPA NELL'ALIMENTAZIONE DI GALLINE BIOLOGICHE: PROPRIETÀ SENSORIALI DELLE UOVA

Ada Braghieri, Di Cairano Maria, Pacelli Corrado, Riviezzi Amelia Maria, Masucci Felicia, Scalera Grazia, Lambiase Claudia e Napolitano Fabio.

presentata al VII Convegno Nazionale SISS, Matera, 27-29 aprile 2022

e del seguente poster:

THE INCLUSION OF HEMP (CANNABIS SATIVA L.) CAKE IN THE DIET OF LAYING HENS INFLUENCES YOLK FATTY ACID PROFILE AND SENSORY QUALITY OF EGGS DURING THE SHELF LIFE

Lambiase C., Serrapica F., Braghieri A., Riviezzi A., Di Matteo R., Masucci F.

presentato al 25th ASPA Congress, Monopoli (BA), 13-16 June 2023

VALUTAZIONE SENSORIALE DELLA CARNE DI POLLO

Prodotti

Per l'analisi sensoriale sono stati valutati i petti di pollo (*M. Pectoralis major*) provenienti dalla sezionatura di 18 polli di razza Kabir, a lento accrescimento appartenenti a 3 gruppi sperimentali (**Canapa 15**, **Canapa 30**, **Controllo**). Il gruppo di Controllo è stato alimentato con il concentrato per polli in accrescimento di produzione biologica, comunemente utilizzato in azienda.

Gli altri 2 gruppi hanno ricevuto una razione costituita da 70% di mangime e 30% di semi di canapa (**Canapa 30**) e una razione costituita da 85% di mangime e 15% di semi di canapa (**Canapa 15**). La quantità di alimento somministrata è stata di 100 g/capo/d. La sperimentazione ha avuto una durata di 132 d

Valutazione del profilo sensoriale del petto di pollo

Per la valutazione del profilo sensoriale è stata utilizzata l'analisi quantitativa descrittiva (QDA; Murray et al., 2001), effettuata presso i Laboratori di Valutazione del benessere animale e Valutazione della qualità degli alimenti di origine animale dell'Università degli Studi della Basilicata. La QDA si compone di una fase preliminare (reclutamento di un cospicuo numero di assaggiatori e la selezione di un numero più ridotto di giudici) e di tre fasi successive: 1) generazione degli attributi (identificazione delle proprietà sensoriali del prodotto); 2) addestramento del panel (a riconoscere e misurare tali caratteristiche); 3) analisi quantitativa (misura del livello di intensità alla quale si percepiscono le proprietà sensoriali del prodotto).

La prima fase di questa analisi ha previsto il reclutamento di circa 15 potenziali panellisti (vedi scheda di reclutamento allegata), fra soggetti consumatori abituali di carne di pollo (che consumavano questo prodotto almeno una volta alla settimana). Questi sono stati successivamente selezionati in base alle indicazioni ISO 8586-1 (ISO, 2012). In questa fase si è testata, per prima, l'assenza di anomalie visive come la difficoltà nella percezione dei colori, utilizzando le tavole di Ishihara, e la capacità di riconoscere gli odori, mediante "Sniffin' Stick", vale a dire delle "penne" contenenti odori differenti, quali mela, aglio, pesce, ecc. (Rumeau et al., 2016) (Fig.19).

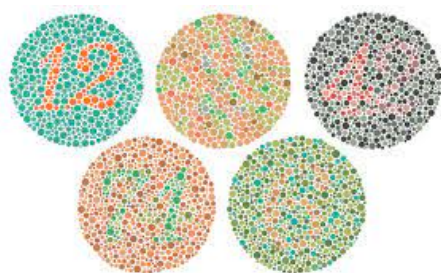


Figura 19. Tavole di Ishihara (a sx) e Sniffin' Stick (a dx)

Scheda di reclutamento

Cognome.....Nome.....

Età.....Sesso..... Nazionalità.....

Indirizzo.....

Telefono.....e-mail.....

1. Pensa che possa essere interessante partecipare a prove di assaggio della carne di pollo?

SI NO

Qual è il motivo che la spingerebbe a collaborare ?.....

2. Ha tempo disponibile, da sottrarre cioè al suo lavoro, per dedicarsi alle valutazioni sensoriali

(a volte anche per mezz'ora)? SI NO

3. In genere, lei è una persona puntuale? SI NO

4. Viaggia frequentemente per motivi di lavoro o studio assentandosi spesso?

SI NO

5. Fuma? SI NO

Se sì, quante sigarette al giorno?.....

6. E' affetto da qualche anomalia olfattiva, gustativa e/o visiva?SI NO

Quale?.....

7. E' affetto da allergie alimentari? SI NO

Se sì, quali?.....

8. Con quale frequenza consuma la carne di pollo?

.....

9. Ha precedenti esperienze di Analisi Sensoriale? SI NO

Quali e quando?.....

10. Indichi se si sottopone a diete alimentari:

Per diabetici Ipercaloriche Ipocaloriche Senza sale Nessuna dieta Altre

Quali?.....

Si autorizza il trattamento dei dati personali ai sensi della legge 675/96.

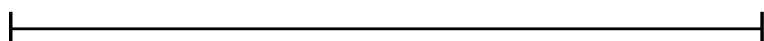
Grazie per la collaborazione

firma _____

La selezione è stata anche basata sulla capacità di riconoscimento dei gusti fondamentali a diverse concentrazioni (salato, acido, dolce e amaro) (Jellinek, 1985).

A ciascuno degli assaggiatori sono stati presentati dieci campioni di soluzioni acquose, identificate con codici numerici a tre cifre. Ogni individuo, assaggiando i campioni, ha dovuto identificare il gusto presente in ogni bicchierino, indicandone l'intensità percepita sulla scala lineare, non strutturata (Fig. 20), che va da 0 (assenza della sensazione) a 100 (massima intensità della sensazione).

Fig. 20. Scala lineare non strutturata utilizzata per la valutazione dell'intensità degli attributi.



Tuttavia, per rendere più chiaro l'uso della scala ai giudici è stato spiegato come interpretare l'intensità percepita in funzione della distanza dallo 0.

In particolare, sono stati descritti i seguenti intervalli:

- *da 0 a 20 debole;*
- *da 21 a 40 debole/moderata;*
- *da 41 a 60 moderata;*
- *da 61 a 80 moderata/forte;*
- *da 81 a 100 forte.*

I panellisti sono stati addestrati, in una sessione di due ore, ad individuare i diversi livelli intermedi di intensità della scala, utilizzando una scala strutturata (Fig. 21) (Stone & Sidel, 2004).

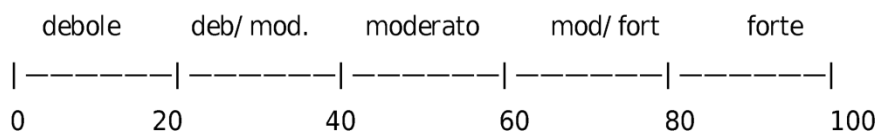


Figura 21. Scala lineare ed intervalli di intensità utilizzata per l'addestramento all'uso della scala

Le valutazioni sono state effettuate in apposite cabine sensoriali individuali (International PBI, Milano) (Fig. 22).

Sulla base dei risultati ottenuti nella fase di selezione, 8 giudici (3F, 5M), in grado di riconoscere il 100% dei gusti fondamentali e almeno l'80% delle soglie di intensità corrette, sono stati ammessi a partecipare alla generazione degli attributi e al seguente addestramento.

Realizzazione di un vocabolario descrittivo specifico per la carne di pollo

La fase seguente ha riguardato la generazione di un vocabolario comune di attributi (Tabella 18), specifico per la carne di pollo. Basandosi su riferimenti bibliografici relativi al profilo sensoriale di questo prodotto (Maxwell et al., 2018; Siekmann et al., 2018; Tasoniero et al., 2016) e sotto la guida del panel leader, i giudici hanno assaggiato alcuni campioni di petto di pollo, cotti su piastra preriscaldata a 300°C fino al raggiungimento della temperatura interna di 75 °C, e hanno generato e concordato tra di loro la definizione di una lista di attributi riportati nella tabella 1.

Tabella 18 Vocabolario utilizzato per la valutazione del profilo sensoriale della carne di pollo

| Attributo | Descrizione |
|-----------------------------|---|
| Intensità dell'odore | Intensità complessiva dell'odore associato alla carne di pollo |
| Intensità del flavor | Combinazione di tutte le sensazioni olfattive, gustative e trigeminali percepite durante la masticazione in bocca |
| Umami | Gusto fondamentale associato al glutammato monosodico |
| Amaro | Gusto fondamentale associato alla chinina |
| Dolce | Gusto fondamentale associato al saccarosio |
| Salato | Gusto fondamentale associato al cloruro di sodio |
| Masticabilità | Forza necessaria per rendere il campione facilmente deglutibile |
| Succosità | Attributo tattile che esprime il grado di percezione dell'umidità in bocca |
| Fibrosità | Attributo relativo alla percezione di particelle di consistenza e forma diversa dal resto della massa durante la masticazione |
| Gommosità | Attributo meccanico relativo alla velocità con cui un alimento si disintegra tra i molari |
| Residuo tra i denti | Quantità di particelle rimaste nei denti dopo la deglutizione |

Addestramento all'uso degli attributi specifici

La fase seguente ha riguardato l'addestramento con specifici standard di riferimento per le intensità bassa ed alta, in particolare per l'odore e il flavor complessivi e per la succosità e la masticabilità, che sono stati somministrati ai giudici per tre volte.

Per il riferimento dell'intensità alta di odore e flavor, le fettine di pollo (di 1 cm di spessore) sono state arrostiti per 8 minuti su piastra preriscaldata a 300°C mentre per il riferimento di bassa intensità le fettine di pollo sono state poste in 1 litro acqua fredda e lasciate a bollire per un'ora, a partire dall'inizio del bollore. Per gli attributi succosità e masticabilità, il riferimento basso riguardava le fettine cotte per 17 minuti su piastra preriscaldata a 300°C; il riferimento per l'intensità alta è stato ottenuto con cottura su piastra preriscaldata 300 °C per 7 minuti.

Successivamente, i panellisti hanno testato gli stessi standard in condizioni di blind (tre repliche), per verificare la ripetibilità e il livello di concordanza del panel. Questo procedimento è indispensabile per la calibrazione del panel. L'addestramento è stato eseguito in cabine sensoriali individuali (Fig. 22), provviste di luce di diverso colore, in funzione degli attributi da valutare: bianca, nel caso di attributi relativi all'aspetto, rossa, per quelli relativi al gusto, al flavor e alla consistenza. La luce rossa, infatti, evita che il giudice possa essere influenzato nella sua valutazione dall'aspetto del campione. Per la gestione delle sessioni di addestramento è stata utilizzata la piattaforma Smart Sensory box vers. 2.3.5 (Smart Sensory Solution, Italia). Le performance del panel sono risultate soddisfacenti poiché nessuna delle interazioni giudice x prodotto, giudice x replica e replica x prodotto è risultata significativa ($P < 0,05$).

Valutazione sensoriale

Una volta completata la fase di addestramento si è passati alla fase di valutazione sensoriale dei campioni derivanti dai tre gruppi sperimentali: **Canapa 15, Canapa 30, Controllo**. A questo scopo sono stati utilizzati gli 8 giudici addestrati (5 maschi e 3 femmine, di età compresa tra i 20 e i 60 anni). I campioni da valutare sono stati identificati con numeri casuali a tre cifre; la presentazione di ogni campione è stata randomizzata per ogni assaggiatore, per minimizzare alcuni effetti di disturbo quali posizione, contrasto e convergenza. La randomizzazione serve a costruire una distribuzione controllata che simuli una distribuzione causale. A questo proposito è stata predisposta una Master Card, per risalire al prodotto oggetto della valutazione attraverso il codice assegnato al campione.

I panellisti hanno ricevuto, per ogni tesi sperimentale, campioni della dimensione di 3x4 cm dello spessore di 1 cm, cotti su piastra preriscaldata a 300°C. Ogni campione sperimentale è stato valutato per tre volte. Le valutazioni sono state eseguite in cabine sensoriali individuali con luce rossa, per evitare l'influenza dell'aspetto sulla percezione delle altre proprietà sensoriali. Nel corso delle valutazioni i panellisti hanno espresso l'intensità percepita per ciascun attributo, utilizzando una scala lineare non strutturata da 0 a 100 mm, analoga a quella impiegata durante la fase di addestramento. Fra un campione e l'altro i giudici hanno sciacquato la bocca con dell'acqua a basso contenuto

minerale, per minimizzare l'effetto del campione precedente. L'intervallo fra l'assaggio di un campione e l'altro è stato approssimativamente di 10 min.

Per la gestione delle sessioni di QDA è stata utilizzata la piattaforma Smart Sensory box vers. 2.3.5 (Smart Sensory Solution, Italia).

Valutazione del colore

Le caratteristiche colorimetriche, luminosità L^* , indice del rosso a^* e indice del giallo b^* , sono state valutate su 3 campioni di carne per gruppo sperimentale utilizzando il Computer Vision System (CVS), ovvero il Sistema di Visione Artificiale, che prevede l'acquisizione di una foto a ciascuna fetta di pollo tramite macchina fotografica e successiva analisi dell'immagine attraverso un software di elaborazione d'immagini. Per ogni campione sono state effettuate tre repliche. I campioni sono stati fotografati all'interno di un Box fotografico portatile (Puluz 9.8 pollici) (Fig. 24).



Figura 24. Box fotografico portatile

Per la valutazione del colore è stata effettuata la stessa procedura illustrata per la valutazione del colore delle uova.

Analisi statistica

I dati relativi alla QDA sono stati sottoposti ad ANOVA con il trattamento alimentare (4 livelli), il giudice (8 livelli), la replica (3 livelli) e le loro interazioni come fattori.

Profilo sensoriale

Dai risultati dell'ANOVA non sono state rilevate interazioni significative trattamento x replica e trattamento x panellista, evidenziando una buona concordanza dei giudici e una loro attendibilità nell'ambito delle repliche, come conseguenza di un appropriato addestramento.

La carne del gruppo che ha ricevuto l'integrazione più alta di semi di canapa (Canapa 30), rispetto a quella degli altri trattamenti, è stata percepita dai giudici con una maggiore intensità di flavor complessivo ($P < 0,05$) e una minore intensità di alcuni attributi relativi alla consistenza, quali fibrosità ($P < 0,001$), gommosità ($P < 0,01$) e residuo tra i denti ($P < 0,05$) (Figura 25).

Non si sono osservate differenze significative tra i gruppi per gli altri attributi sensoriali.

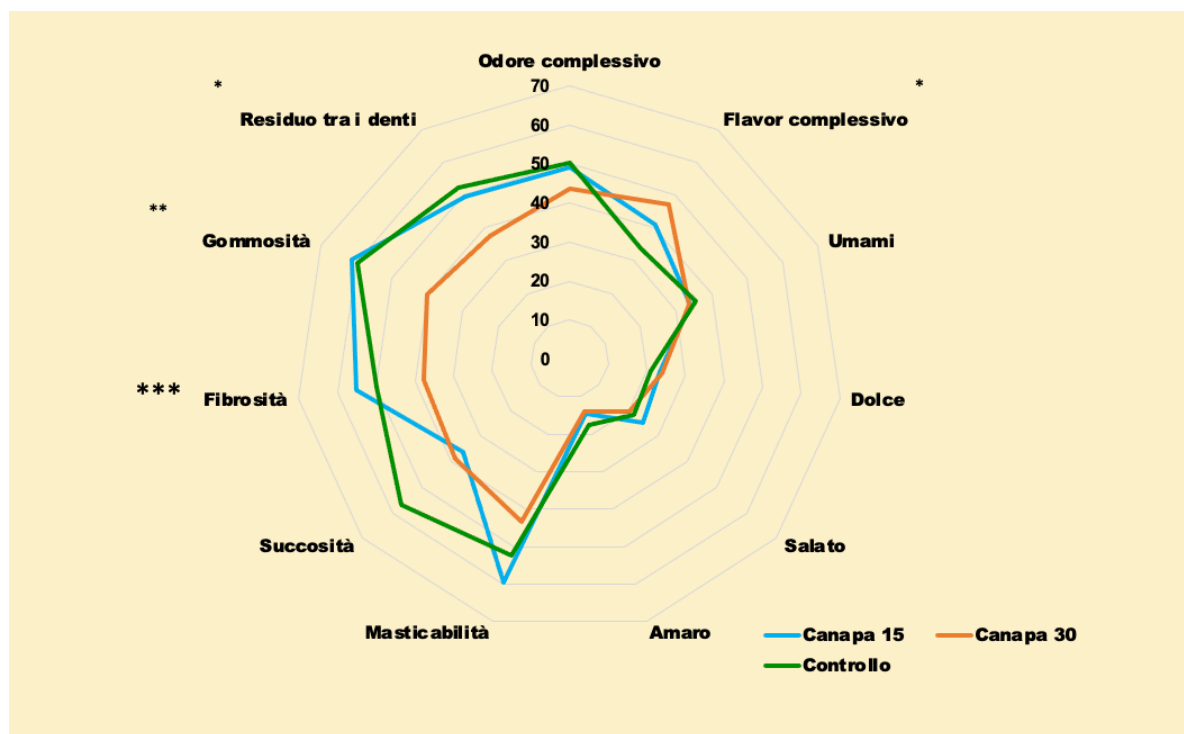


Figura 25. Profilo sensoriale della carne di pollo in funzione del trattamento alimentare

La carne dei polli che hanno ricevuto l'integrazione con semi di canapa ha mostrato una maggiore luminosità e un indice del giallo più elevato, soprattutto nel gruppo Canapa 30 (Tab. 19).

Tabella 19. Parametri colorimetrici della carne di pollo in relazione al trattamento alimentare (media \pm DS)

| | L | a | b |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Canapa 15 | 50,44 \pm 0,84 | 12,89 \pm 2,79 | 8,11 \pm 2,01 |
| Canapa 30 | 49,00 \pm 2,33 | 14,22 \pm 2,69 | 10,11 \pm 2,87 |
| Controllo | 47,83 \pm 5,64 | 11,33 \pm 2,04 | 6,83 \pm 1,41 |

Bibliografia

D. Maxwell, B. C. Bowker, H. Zhuang, D. Chatterjee, and K. Adhikari, 2018. Descriptive sensory analysis of marinated and non-marinated wooden breast fillet portions. *Poultry Science* 97, 2971–2978.

Lisa Siekmann, Lisa Meier-Dinkel, Sabine Janisch, Brianne Altmann, Claudia Kaltwasser, Christian Sürrie 4 and Carsten Krischek, 2018. Carcass Quality, Meat Quality and Sensory Properties of the Dual-Purpose Chicken Lohmann Dual. *Foods*, 7, 156.

G. Tasoniero, M. Cullere, M. Cecchinato, E. Puolanne, and A. Dalle Zotte, 2016. Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. *Poultry Science*, 95, 2707–2714.

Il Responsabile Scientifico

(Prof. ssa Ada Braghieri)

