# BiodiMillefiori

## Promuovere la Biodiversità attraverso la valorizzazione sensoriale dei mieli Millefiori trentini

REPORT DIVULGATIVO

UNIVERSITÀ DI TRENTO
FONDAZIONE EDMUND MACH
C3A CENTRO AGRICOLTURA ALIMENTI AMBIENTE
con il contributo di
FONDAZIONE CARITRO
CASSA DI RISPARMIO DI TRENTO E ROVERETO

*Copertina: Jason Leung, www.unsplash.com*

REPORT DIVULGATIVO

# BiodiMillefiori

## Promuovere la Biodiversità attraverso la valorizzazione sensoriale dei mieli Millefiori trentini

BANDO 2019 PER PROGETTI DI RICERCA SVOLTI DA GIOVANI RICERCATORI POST-DOC

Ricercatore
Dr. Danny Cliceri
Centro Agricoltura Alimenti Ambiente

Responsabile
Prof.ssa Flavia Gasperi
Centro Agricoltura Alimenti Ambiente

San Michele all'Adige, aprile 2022

UNIVERSITÀ DI TRENTO
FONDAZIONE EDMUND MACH
C3A CENTRO AGRICOLTURA ALIMENTI AMBIENTE
con il contributo di
FONDAZIONE CARITRO
CASSA DI RISPARMIO DI TRENTO E ROVERETO

## SOMMARIO


1. IL PROGETTO IN SINTESI p. 7
2. RINGRAZIAMENTI p. 9
3. INTRODUZIONE p. 10
   - 3.1 Perché un progetto di valorizzazione dei millefiori trentini? p. 10
   - 3.2 Obiettivi del progetto p. 13
   - 3.3 Sintesi delle attività p. 14
4. ATTIVITA' IN DETTAGLIO p. 15
   - 4.1 Campionamento p. 15
   - 4.2 Caratterizzazione sensoriale p. 17
   - 4.3 Consumer test p. 28
   - 4.4 Analisi melissopalinologica p. 42
5. DISSEMINAZIONE p. 46
6. BIBLIOGRAFIA p. 47


**NOTE DI CONSULTAZIONE**

Per una consultazione sintetica degli obiettivi del progetto e dei principali risultati si consiglia la lettura dei seguenti paragrafi:

- Obiettivi del progetto (pagina 13);
- Sintesi delle attività (pagina 15);
- Discussione dei risultati di caratterizzazione sensoriale (pagina 26)
- Discussione dei risultati del consumer test (pagina 40)
- Discussione dei risultati dell'analisi melissopalinologica (pagina 43)

# 1. IL PROGETTO IN SINTESI

Sempre più studi stanno evidenziando come le api e gli impollinatori siano in declino. Accanto a un'attenta tutela delle api selvatiche, il supporto all'apicoltura da reddito rappresenta ad oggi una delle potenziali strategie per garantire la sopravvivenza di Apis mellifera. L'adozione dell'apicoltura stanziale può tutelare maggiormente la salute delle api e permettere loro di svilupparsi e meglio adattarsi alle criticità ambientali. A limitare l'adozione di un'apicoltura stanziale vi è tuttavia la sua minore capacità di generare reddito, sia per la minore varietà di mieli che è possibile ottenere sia per la minore quantità prodotta. Tipologia di miele particolarmente legata all'apicoltura stanziale è il millefiori. Se da un lato l'alta variabilità delle specie botaniche presenti nel millefiori è responsabile del suo "declassamento", dall'altro questo aspetto permette di far guadagnare loro complessità e unicità. Ne sono un esempio i millefiori del Trentino, territorio dove la grande varietà botanica rende complessa la produzione del monoflora, a favore dei millefiori.

Dal punto di vista del sapore, il miele millefiori può essere considerato la massima espressione della flora di un territorio, risultando in caratteristiche sensoriali uniche e spesso irripetibili. Queste peculiarità possono essere oggettivate e valorizzate attraverso l'analisi sensoriale e lo studio delle preferenze dei consumatori.

L'obiettivo di BiodiMillefiori è stato infatti quello di promuovere il consumo di miele millefiori, andando a investigare la variabilità sensoriale dei millefiori trentini nonché il legame esistente tra specifiche proprietà sensoriali e il gradimento di determinati gruppi di consumatori. E' stato inoltre di interesse identificare le principali varietà botaniche che hanno contribuito alla formazione dei mieli, ciò attraverso l'analisi del contenuto pollinico.

Dalle aree più rappresentative per la produzione di miele sul territorio della provincia di Trento sono stati raccolti 30 campioni di miele millefiori prodotti del 2021. I campioni raccolti sono stati descritti in termini di proprietà sensoriali da un panel di 43 giudici iscritti all'Albo nazionale degli esperti in analisi sensoriale del miele (metodo Check-all-that-apply). In base alla descrizione sensoriale, sono stati selezionati 6 mieli millefiori rappresentativi della variabilità sensoriale dell'intera campionatura. Successivamente, questi 6 mieli sono stati fatti assaggiare ad un panel di 131 consumatori che hanno fornito la loro valutazione edonica i e sono stati profilati in termini di variabili socio-demografiche, di abitudini d'uso e consumo del miele. Infine i 6 mieli rappresentativi sono stati sottoposti ad analisi melissopalinologica qualitativa.

Lo studio ha evidenziato come lo spazio sensoriale presente all'interno della categoria millefiori permetta di identificare più tipologie di millefiori, così ridefinendo il concetto di millefiori quale prodotto poco connotato in termini di proprietà sensoriali. La variabilità sensoriale presente nella categoria ha permesso di identificare descrittori legati ai responsi edonici di specifici segmenti di consumatori (occasionali e regolari). La presenza di tale legame, focus principale dello studio, può permettere di direzionare i millefiori prodotti verso i consumatori che più ne possono apprezzare le proprietà sensoriali. Conoscere le emozioni legate al gradimento sperimentato dai segmenti di consumatori, così come le relative modalità d'uso del miele e i principali luoghi di acquisto, può dare indicazioni rilevanti per raggiungere tali segmenti e presentare il prodotto nella maniera più efficace da un punto di vista comunicativo. La misura del contenuto pollinico dei mieli ha inoltre permesso di ricavare indicazioni sulle famiglie botaniche associate alle proprietà sensoriali che guidano positivamente o negativamente il gradimento dei consumatori.

## 2. RINGRAZIAMENTI

Un'ape non volerebbe tanto lontano senza l'aiuto del proprio alveare. Per questo motivo è doveroso riconoscere con gratitudine il supporto di tutte le persone e gli enti che a vario titolo hanno dato un contributo al progetto BiodiMillefiori e hanno permesso la sua riuscita nonostante le limitazioni dovute alla pandemia.

Per aver creduto fino dal principio in questo progetto e per averlo supportato e supervisionato in ogni sua fase si ringrazia Flavia Gasperi e lo staff del Centro Agricoltura Alimenti Ambiente.

Per il significativo finanziamento e la per la fiducia mostrata si ringrazia la Fondazione CARITRO e lo staff del bando post-doc per giovani ricercatori.

Per aver messo a disposizione le proprie competenze, con entusiasmo e disponibilità, si ringrazia Gian Luigi Marcazzan e i membri dell'Albo nazionale degli esperti in analisi sensoriale del miele che hanno partecipato alle valutazioni.

Allo stesso modo si ringrazia Paolo Fontana e Valeria Malagnini per il supporto nelle analisi dei mieli, per aver fornito preziosi campioni di millefiori Trentino e per l'ineguagliabile capacità comunicativa.

Per il fondamentale supporto al progetto si ringrazia i presidenti e i soci della Federazione associazioni apicoltori del Trentino, dell'Associazione Apicoltori di Fiemme e Fassa, dell'Associazione Apicoltori in Vallagarina, dell'Associazione Apicoltori Valsugana Lagorai, dell'Associazione Apicoltori Val di Sole, Pejo Rabbi e dell'Associazione Apicoltori Trentini.

Per aver messo a disposizione i campioni di miele millefiori si ringrazia gli apicoltori Valentina Vaia, Ivan Gilmozzi, Sara De Silvestro, Paolo Chiusole, Diego Viesi, Luca Bertolini, Roberta Butterini, Luca Tur, Angelo Lorenzi, Francesco Moratti, Antonio Benedetti, Giovanni Migazzi, Mauro Bevilacqua, Paolo Cescatti, Pio Pizzolli, e le attività Apicoltura Angelica e Agritur Monte Pin.

Per aver ospitato i test con i consumatori e si ringrazia il Museo della Scienza di Trento.

A vario titolo si ringrazia il C3A nelle persone di Eugenio Aprea, Leonardo Menghi e Michele Ricci. Si ringrazia quindi l'Unità di Qualità Sensoriale della Fondazione Mach nelle persone di Franco Biasioli, Isabella Endrizzi, Elena Santoro, Iuliia Khomenko, Emanuela Betta, Jessica Zambabini e Irene Cetto per il supporto dato con costanza e professionalità durante tutto il progetto.

# 3. INTRODUZIONE

## 3.1 PERCHE' UN PROGETTO DI VALORIZZAZIONE DEI MILLEFIORI TRENTINI?

### Biodiversità e il declino di Apis mellifera

La perdita di biodiversità, definita come il declino nella variabilità delle specie viventi, ha raggiunto oggi livelli critici e interventi di tutela devono essere attuati per arrestare simile tendenza (Cardinale et al., 2012). La biodiversità è infatti determinante per il mantenimento degli ecosistemi, da cui dipendono servizi ambientali essenziali e la produzione di prodotti alimentari di primaria importanza. Apis mellifera, ovvero la comune ape da miele, è una specie chiave per la conservazione della biodiversità grazie al suo servizio di impollinazione, tanto da essere stata definita una delle specie più importanti del pianeta (Hung et al., 2018).

Lo stato di salute di questa specie è tutt'oggi di difficile valutazione: se a livello globale il numero di arnie è aumentato del 45% negli ultimi 50 anni (FAO, 2009), tale fenomeno sembra avere orientamento opposto in specifiche zone del mondo come in Europa (Potts et al., 2010). Allo stesso tempo sono sempre di più gli studi che evidenziano un declino delle api selvatiche e degli impollinatori in generale (Biesmeijer et al., 2006). A conferma di quanto affermato, la IUCN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura) ha dichiarato di non aver dati sufficienti per valutare lo stato di conservazione della specie e numerosi progetti sono stati avviati per la raccolta di informazioni rilevanti (e.g. Honey Bee Watch, Moro et al., 2021). Questo quadro evidenzia come la prosperità delle api da miele sia dipendente principalmente da aspetti economici più che di un'effettiva spinta legata a fenomeni biologici. In ultima istanza, la sopravvivenza di Apis mellifera è strettamente dipendente dalla gestione da parte degli apicoltori (Potts et al., 2010), che ad oggi si ritrovano custodi di una delle specie più importanti del pianeta.

### Sostenibilità degli approcci apistici

Accanto a un'attenta tutela delle api selvatiche, il supporto all'apicoltura da reddito rappresenta una delle potenziali strategie per garantire la sopravvivenza di Apis mellifera nel presente. L'apicoltura moderna è un insieme di pratiche che è andata a definirsi negli ultimi due secoli, sotto la forte spinta di ingegnose invenzioni come lo "spazio d'ape" dell'arnia Langstroth (1853) o di importanti criticità quali l'arrivo dell'acaro Varroa destructor

all'inizio degli anni 80 del secolo scorso. Anche la meccanizzazione del settore agricolo ha rappresentato una fondamentale rivoluzione, capace di premettere agli apicoltori lo spostamento di un gran quantitativo di arnie con sforzi accettabili. Questa possibilità ha comportato libertà da stagionalità e territorio, permettendo di seguire le fioriture a qualsiasi latitudine e quota. L'apicoltura "nomade" che ne è derivata ha permesso al settore di produrre il miele monovarietale, regalando ai consumatori prodotti naturali molto differenziati in termini di sapore e soprattutto facilmente riconoscibili. Di contro, l'apicoltura nomade ha generato una serie di criticità non trascurabili rispetto alla corrispettiva apicoltura stanziale. Da un punto di vista ambientale è stato infatti evidenziato un maggiore impatto ambientale dell'apicoltura nomade rispetto alla stanziale (Pignagnoli et al., 2021), mentre da un punto di vista sanitario è stato osservato come il nomadismo sia collegato a un aumentato rischio di diffusione di malattie (Jara et al., 2021), a un abbassamento delle difese immunitarie e una riduzione della durata di vita delle api (Simone-Finstrom et al., 2016). Per gli ecosistemi l'apicoltura nomade ha comportato effetti negativi sulla genetica di Apis mellifera locale, come conseguenza del rimescolamento genetico conseguente a percentuali importanti di genetica non locale (De là Rua et al., 2009; Kükrer et al., 2021). Questo quadro illustra chiaramente come l'adozione dell'apicoltura stanziale, o di un nomadismo a corto raggio, possano tutelare maggiormente la salute delle api e permettere loro di svilupparsi e meglio adattarsi alle criticità ambientali. A limitare l'adozione di un'apicoltura stanziale vi è tuttavia la sua minore capacità di generare reddito, ciò per la minore varietà di mieli che è possibile ottenere sia per la minore quantità prodotta.

## La produzione di miele in Italia e in Trentino

Secondo i dati della Banca Dati Apistica (giugno 2019) emerge che in Italia sono presenti 51.578 apicoltori, di cui il 65% produce per autoconsumo e il 35% produce per il mercato. La provvigione di miele è garantita da oltre 1.4 milioni di alveari, di cui circa 390 mila stanziali e 556 mila nomadi, mentre i restanti sono alveari per produzione hobbistica e autoconsumo (ISMEA, 2019).

La provincia autonoma di Trento conta 29.923 alveari, di cui il 56% a uso commerciale (ISMEA, 2019). Tra le principali varietà qui prodotte troviamo il miele di acacia, castagno, melo, melata tiglio e rododendro, oltre ai mieli millefiori primaverili ed estivi. Considerando i rapporti tra le varietà prodotto, risulta interessante l'indagine condotta nel 2002 presso

l'Istituto Agrario di San Michele all'Adige. Su un campione di 100 mieli provenienti da diverse zone della provincia di Trento (stagione 1998 – 2001) e sottoposte ad analisi melissopalinologica, sensoriale e chimico-fisica è risultato che il 72% dei campioni sia associabile alla categoria miele millefiori (Camin et al., 2002). Questo dato, pur considerando potenziali bias di campionamento, è tuttavia indicativo di quanto il miele millefiori rappresenti una delle maggiori produzioni di questa regione d'Italia. Considerando come il millefiori sia particolarmente legato all'apicoltura stanziale, valorizzare questa tipologia di miele può apportare un significativo stimolo all'adozione dell'apicoltura stanziale, con tutti i benefici che ne possono derivare per Apis mellifera e per l'ambiente.

## Il millefiori, brutto anatroccolo dei mieli

Dal punto di vista chimico-fisico, il miele millefiori rappresenta un gruppo molto omogeneo, in cui le differenze tra campioni formano un continuum che non permette di distinguere gruppi caratteristici. In questa categoria ricadono infatti mieli le cui caratteristiche chimico-fisiche e sensoriali non ricadono nei limiti previsti per i diversi mieli monoflora. Se da un lato l'alta variabilità delle specie botaniche presenti nel miele millefiori è responsabile del suo "declassamento", dall'altro questo aspetto permette di far guadagnare complessità e unicità. La varietà e la quantità delle fonti nettarifere è infatti strettamente legata al territorio e all'andamento stagionale, permettendo di ottenere una variabilità sensoriale unica e spesso irripetibile. Ne sono un esempio proprio i millefiori del Trentino, territorio dove la flora di climi temperati e sub-mediterranei si sposa con varietà presenti in climi mediterranei e alpini, in una grande varietà botanica che rende la produzione di mieli monoflora meno facile rispetto a quella dei millefiori.

## Valorizzare il miele: l'approccio sensoriale

Nell'ultima decade un'importante spinta alla valorizzazione del miele è arrivata dalla disponibilità dei marchi di certificazione collettivi. Ne sono stato un esempio i marchi previsti dalla Comunità Europea legati alla territorialità o ai metodi di produzione (DOP, IGP, biologico), come pure i marchi legati alla produzione di determinate aree (es. parchi naturali). Questi marchi legano il prodotto a precisi standard qualitativi, stabiliti con documenti ufficiali che devono poi essere rispettati nel tempo. Questi marchi sono riusciti

ad aumentare la qualità percepita da parte del consumatori: un esempio rappresentativo è il successo del marchio comunitario del biologico, particolarmente efficace nel caso del miele in quanto legato all'idea di naturalità e salubrità di questo prodotto. Se i marchi comunitari possono apportare beneficio alla proprietà estrinseche del miele, contributo fondamentale del suo successo resta l'elemento che ne ha determinato tanta popolarità, ovvero le sue proprietà sensoriali.

La ricerca effettuata sulle motivazioni che guidano i consumatori evidenziano infatti come il sapore sia uno dei principali motivi a guidare le preferenze di acquisto del miele (Cosmina et al., 2016; Kortesniemi et la., 2018). Per questa ragione, al pari di altre tipologie di prodotto ad alta valenza edonica (e.g. vino, olio, formaggio), l'analisi sensoriale del miele è andata a svilupparsi e definirsi in una serie di metodologie riconosciute a livello internazionale (Marcazzan et al., 2018) e per l'Italia promosse dall'Albo nazionale degli esperti in analisi sensoriale del miele.

### Il ruolo delle Scienze Sensoriali e del Consumatore

In un senso più ampio, la valorizzazione del miele, andando oltre alla sola caratterizzazione e riconoscimento varietale, può trovare una visione più completa abbracciando anche altre sfere come lo studio della preferenza dei consumatori e la caratterizzazione sensoriale e chimico-fisica. Le Scienze Sensoriali e del Consumatore mettono oggi a disposizione strumenti metodologici che vanno in questa direzione, coinvolgendo sia gli esperti di prodotto sia il consumatore finale. Il quadro che ne può derivare fornisce  il punto di collegamento tra il prodotto e la persona, in un percorso che partendo dal capire quali caratteristiche chimico-fisiche sono responsabili di determinate proprietà sensoriali, si completa comprendendo quali proprietà sensoriali sono legate a gradimento e emozioni di specifici consumatori.

## 3.2 OBIETTIVI DEL PROGETTO

Obiettivo generale del progetto è fornire agli operatori del settore apistico degli strumenti per la valorizzazione sensoriale dei mieli millefiori italiani, allo scopo di promuovere l'apicoltura stanziale e i benefici che ne derivano per la salute delle api e dell'ambiente. A tal fine si propone di investigare il legame che vi è tra gradimento e specifiche proprietà sensoriali dei mieli millefiori Trentini, nonché comprendere i fattori chimico-fisici

responsabili di tali proprietà. I risultati potranno essere di supporto ai professionisti del settore apistico per meglio valorizzare i mieli millefiori tra la propria clientela e perciò incrementare la commercializzazione. La valorizzazione è intesa come capacità di indirizzare il proprio miele millefiori al canale più remunerativo, conoscendo quali tipologie di consumatori gradiscono maggiormente le proprietà sensoriali del proprio miele e impiegando il linguaggio sensoriale più adeguato per promuovere tali proprietà sensoriali ai consumatori di interesse.

## 3.3 SINTESI DELLE ATTIVITA'

Le attività sono state svolte in cinque fasi principali:

*1. Campionamento* – Con il supporto delle associazioni apicoltori del Trentino, sono stati identificati singoli lotti di miele millefiori prodotti nella stagione 2021 e rappresentativi delle diverse aree geografiche della provincia.

*2. Analisi sensoriale* - I mieli millefiori reperiti sono stati caratterizzati da un punto di visto sensoriale da un panel di esperti iscritti all'Albo nazionale degli esperti di analisi sensoriale del miele, impiegando approcci metodologici dalle Scienze sensoriali.

*3. Test con i consumatori* - I mieli millefiori selezionati sono stati valutati dai consumatori, ai quali è stato chiesto di riportare la risposta edonica in seguito all'assaggio e di compilare questionari di profilazione, impiegando approcci metodologici dalle Scienze del consumatore.

*4. Analisi melissopalinologica* - I mieli millefiori reperiti sono stati caratterizzati rispetto al contenuto pollinico, attraverso analisi melissopalinologica.

5. Disseminazione - I risultati dello studio sono stati impiegati in schede informative individuali a supporto del panel sensoriale e destinate a gli apicoltori coinvolti. E' stato prodotto un report divulgativo ed è in stesura un articolo destinato pubblicazione su rivista scientifica. Sono state infine organizzate presentazioni pubbliche, a carattere divulgativo e tecnico-scientifico.

Il progetto ha avuto inizio il 1 febbraio 2021 ed è terminato il 31 gennaio 2022. I metodi e le procedure qui impiegate sono state approvate dal Comitato Etico dell'Università di Trento (n° protocollo 2021-031).

# 4. ATTIVITA' IN DETTAGLIO

## 4.1 CAMPIONAMENTO

Il campionamento ha coinvolto le principali associazione apicoltori del Trentino. Nello specifico sono state coinvolte la Federazione Associazioni Apicoltori Trentini, Associazione Apicoltori di Fiemme e Fassa, Associazione Apicoltori Trentini, Associazione apicoltori in Vallagarina, Associazione apicoltori Valsugana Lagorai, Associazioni apicoltori Val di Sole, Pejo Rabbi. Inoltre il campionamento ha coinvolto gli apiari della Fondazione Edmund Mach. Il coinvolgimento delle maggiori realtà legate alla produzione di miele ha avuto lo scopo di coprire più possibile il territorio trentino, requisito per raccogliere campioni che presentino la maggiore variabilità possibile.

Il conferimento per i campioni di miele millefiori è stato fatto per i campioni con le seguenti caratteristiche:

- Provenire da apiari posti all'interno della provincia autonoma di Trento;
- Essere stati prodotti nella stagione apistica 2021;
- Essere stati prodotti in condizioni igienico-sanitarie a norma di legge;
- Provenire da unico lotto produttivo;
- Essere fornito in quantità di 2 kg.

A seguito del campionamento sono stati reperiti 30 campioni di miele millefiori. Tutti i campioni sono stati smielati nell'estate 2021 e hanno coperto le principali valli della provincia (Figura 4.1). Tutti i campioni raccolti sono stati mantenuti a temperatura ambient e controllata e, ad ogni campione, è stato assegnato un codice alfanumerico univoco (Tabella 4.1). Sono stati inoltre reperiti 12 campioni di miele aggiuntivi e destinati alla fase di addestramento del panel sensoriale. I mieli destinati all'addestramento hanno incluso 6 mieli monoflora prodotti in Trentino (Tarassaco, Rododendro, Acacia, Melata di abete, Castagno, Tiglio) e 6 mieli millefiori prodotti in Trentino. I campioni di addestramento sono stati prodotti nella stagione 2020 e sono stati reperiti in commercio.

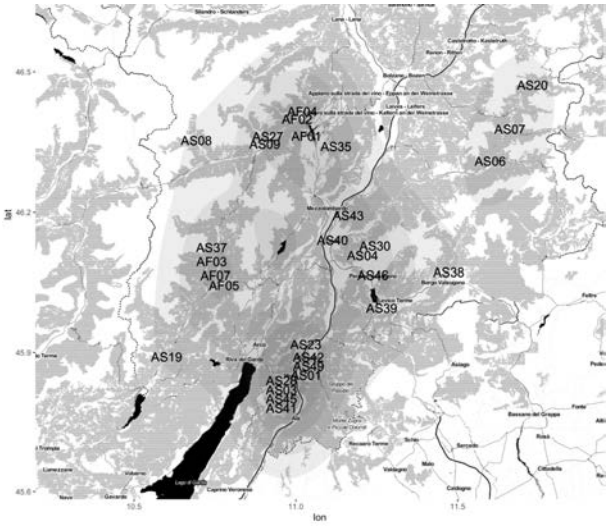



***Figura 4.1*** *Posizione degli apiari da cui sono stati conferiti i campioni di miele millefiori (comune dell'apiario). Il testo alfanumerico indica il codice identificativo di ogni apiario.*

***Tabella 4.1*** *Campioni selezionati per lo studio e relativa zona di origine. In grassetto i campioni rappresentativi impiegati per il test con i consumatori.*

| CODICE APIARIO | CODICE TEST | COMUNE APIARIO | COMUNITA' DI VALLE |
|---|---|---|---|
| AF01 | 512 | Cles | Val di Non |
| AF02 | 705 | Cis | Val di Non |
| AF03 | 507 | Spiazzo | Valli Giudicare |
| AF04 | 623 | Livo | Val di Non |
| AF06 | 153 | Tre Ville | Valli Giudicare |
| **AF07** | **831 (E)** | **Borgo Lares** | **Valli Giudicare** |
| AS01 | 243 | Mori | Vallagarina |
| AS03 | 358 | Brentonico | Vallagarina |
| **AS04** | **371 (D)** | **Fornace** | **Alta Valsugana e Bersntol** |
| AS06 | 451 | Predazzo | Val di Fiemme |
| **AS07** | **192 (B)** | **Moena** | **Val di Fassa** |
| AS08 | 470.3 | Peio | Val di Sole |
| AS09 | 624 | Croviana | Val di Sole |
| AS19 | 308 | Borgo chiese | Valli Giudicare |
| AS20 | 896 | Mazzin | Val di Fassa |
| AS21 | 561 | Villa Lagarina | Vallagarina |
| AS23 | 832 | Malè | Val di Sole |
| AS27 | 912 | Brentonico | Vallagarina |
| AS28 | 547 | Baselga di Pinè | Alta Valsugana e Bersntol |
| AS30 | 429 | Sfruz | Val di Non |
| AS35 | 470.5 | Spiazzo | Valli Giudicare |
| AS37 | 764 | Telve | Valsugana e Tesino |
| **AS38** | **239 (C)** | **Caldonazzo** | **Alta Valsugana e Bersntol** |
| AS39 | 326 | Lavis | Rotaliana-Konigsbreg |
| AS40 | 347 | Brentonico | Vallagarina |
| AS41 | 658 | Rovereto | Vallagarina |
| **AS42** | **167 (A)** | **Faedo** | **Rotaliana-Konigsbreg** |
| **AS43** | **863 (F)** | **Brentonico** | **Vallagarina** |
| AS45 | 294 | Pergine Valsugana | Alta Valsugana e Bersntol |
| AS46 | 953 | Rovereto | Vallagarina |

## 4.2 CARATTERIZZAZIONE SENSORIALE

### 4.2.1 OBIETTIVO

Obiettivo di questa fase è stato quello di formare un panel di valutazione sensoriale da destinare alla valutazione descrittiva dei campioni raccolti.

### 4.2.2 MATERIALI E METODI

#### Panel di valutazione

Per lo studio è stato costituito un panel di assaggio formato da 47 giudici (Genere: 74% femmine; Età media: 49.3 anni). Requisito di inclusione nel panel è stato quello di essere regolarmente iscritti all'Albo nazionale degli esperti in analisi sensoriale del miele, organizzazione istituita dal MIPAAF e impegnata nella formazione degli assaggiatori di miele e nel mantenimento delle loro competenze di valutazione. Le valutazioni sono state effettuate da remoto in modalità Home Use Test, alternando momenti di confronto su piattaforme di web meeting (Google meet) con il lavoro di valutazione individuale (giugno-settembre 2021).

#### Campioni

I campioni sono stati miscelati all'interno del loro contenitore originale e sono stati porzionati in barattoli di vetro (capienza totale 30g) nella quantità di 14g (±1g). Per facilitare le operazioni di porzionatura, i campioni cristallizzati o parzialmente cristallizzati sono stati mantenuti alla temperatura di 40°C nelle 24 ore precedenti alla preparazione. I barattoli sono stati sigillati con capsula e codificati con codice numerico a 3 cifre. I barattoli così preparati sono stati mantenuti a temperatura controllata (20°C). Le attività sono state suddivise in due fasi principali: valutazione di addestramento e valutazione ufficiale. Per entrambe le fasi sono stati costituiti dei kit contenenti il necessario per effettuare le valutazioni da remoto (barattolini di miele codificati, cucchiaini, vassoio di valutazione, tovagliolo, scheda descrittori) (Figura 4.2), quindi spediti presso il domicilio dei partecipanti.

***Figura 4.2*** *Esempio di kit: kit di addestramento visto esternamente (A) e internamente (B).*

### Valutazione descrittiva di addestramento

Lo scopo della valutazione di addestramento è stato quello far familiarizzare i giudici con il metodo di valutazione da remoto e di verificare le loro performance nell'analisi descrittiva di mieli di riferimento prima della valutazione ufficiale.

L'addestramento si è articolato in due sessioni. Per ogni sessione è stato inizialmente svolto un incontro on-line, a cui è seguito un lavoro di valutazione individuale off-line. Nel primo incontro sono stati valutati 7 mieli monoflora commerciali (Acacia, castagno, rododendro, tarassaco, melata di abete e tiglio in doppia replica), mentre nel secondo incontro sono stati valutati 6 mieli millefiori commerciali.

Rispettivamente per ogni sessione, ai giudici è stato chiesto di valutare un campione alla volta, concentrandosi sulle differenti modalità sensoriali. Per ogni modalità sensoriale è stato chiesto di indicare i descrittori appropriati per descrivere la percezione. Una volta indicati i descrittori, è stato chiedo di valutare intensità percepita su scala lineare (minimo: "debole"; massimo: "forte"), in linea con il metodo Rate-all-that-apply (Ares et al., 2014). I descrittori impiegati fanno riferimento alla ruota degli odori e degli aromi del miele nonché ad attributi di aspetto, gusto, sensazioni tattili e chemestetiche (Marcazzan et al., 2014) (Tabella 4.2). E' stato inoltre chiesto di indicare la corrispondenza varietale del campione e di riportare eventuali note su difetti o sensazioni non incluse nella lista. In ogni sessione l'ordine di presentazione è stato randomizzato tra giudici e tra un campione e l'altro è stata effettuata una pausa di 60 secondi per il risciacquo della bocca. Le istruzioni sul campione da valutare e sulle modalità di valutazione sono state presentare su schermo tramite software online EyeQuestion (www.eyequestion.com). In Figura 4.3 è riportato un esempio di set di campioni come valutato dai giudici. Ai giudici è stato indicato di effettuare le valutazioni in luogo confortevole, ben illuminato con luce bianca o naturale, privo di odori

intensi o altre distrazioni sensoriali. E' stato chiesto di effettuare la valutazione in stato emotivo rilassato e in condizioni di salute normali. E' stato inoltre chiesto di non fumare o utilizzare prodotti con odore o sapore persistente nei 30 minuti precedenti alla valutazione.

***Figura 4.3*** *Esempio di set di campioni come valutato dai giudici nella prima sessione di addestramento (miele monoflora).*

### Valutazione descrittiva ufficiale

Lo scopo della valutazione ufficiale è stato quello di descrivere il profilo dei campioni di miele millefiori selezionati per lo studio.

La valutazione ufficiale si è articolata in 6 sessioni. Per la prima sessione è stato svolto un incontro on-line per illustrare le modalità di valutazione e le tempistiche, mentre le successive 5 sessioni sono state effettuate off-line e sono state impiegate per le valutazioni individuali. I campioni sono stati assegnati a 5 blocchi da 6 campioni l'uno. In ogni sessione di valutazione è stato chiesto di assaggiare 1 blocco di campioni. All'interno di ogni blocco i campioni valutati sono stati i medesimi, presentati in ordine randomizzato. Per ogni giudice, i blocchi sono stati randomizzati a loro volta tra le sessioni. La modalità di valutazione sensoriale è stata la medesima usata nella fase di addestramento, con l'eccezione della rimozione della scala di intensità per la valutazione dei descrittori (metodo Check-all-that-apply, Adams et al., 2007).

***Tabella 4.2*** *Attributi sensoriali impiegati nella descrizione dei campioni di miele e suddivisi per modalità sensoriale*

| Modalità | Descrittore/ Famiglia | Descrittore/Sottofamiglia | Riferimenti esemplificativi |
|---|---|---|---|
| ***Vista*** | **Aspetto fisico** | | |
| | **Colore** | | |
| ***Odore/Aroma*** | **Floreale** | Floreale | *Fiori di arancio, Fiori di rosa* |
| | **Fruttato** | Frutta fresca | *Fragola, Mela, Pera, Lampone freschi* |
| | | Frutta tropicale | *Mango, Papaia* |
| | | Frutta fermentata - Vinoso | *Sidro, Vino bianco* |
| | | Frutta trasformata | *Succo di albicocca, Pomodori pelati* |
| | **Caldo** | Fine – Lattico – Mandorla amara | *Cera d'api, Latte concentrato, Cumarina* |
| | | Caramellato – Tostato – Maltato – Bruciato | *Frutta secca tostata, Zuccheri cotti, Pane bruciato* |
| | | Vanigliato | *Bacca di vaniglia* |
| | **Aromatico** | Speziato | *Chiodi di garofano, Noce moscata* |
| | | Resinoso – Balsamico – Canforato | *Pino mugo, Menta piperita, Eucalipto* |
| | | Agrumato – Esperidato | *Arancio, Limone* |
| | **Vegetale** | Legnoso | *Muschio di quercia* |
| | | Verde | *Erba tagliata, Fagioli freschi crudi* |
| | | Umido | *Funghi champignon crudi, Spinaci bolliti* |
| | | Secco | *Tè verde, Fieno* |
| | **Chimico** | Farmacia – Medicinale – Sapone | *Mobiletto dei farmaci, Sapone di Marsiglia* |
| | | Affumicato | *Fumo di juta, Mozzicone di sigaretta* |
| | | Pungente – Aceto | *Aceto di vino bianco* |
| | | Plastica – Petrolchimico – Fenolico | *Plastica, Fenolo, Catrame vegetale* |
| | | Ammoniacale | *Ammoniaca* |
| | **Animale** | Degradato | *Alimento vegetale o animale marcito* |
| | | Solforato | *Uovo sodo* |
| | | Proteico | *Funghi porcini secchi, Dado da brodo* |
| | | Valerianico | *Acido butirrico* |
| | | Rancido | *Frutta secca irrancidita, Olio rancido* |
| ***Gusti*** | **Dolce** | | *Zucchero da cucina* |
| | **Acido** | | *Succo di limone* |
| | **Amaro** | | *Caffé* |
| | **Salato** | | *Sale da cucina* |
| ***Sensazioni chemestetiche*** | **Rinfrescante** | | *Menta* |
| | **Pungente** | | *Pepe, Peperoncino* |
| | **Astringente** | | *Banana acerba* |
| ***Sensazioni tattili*** | **Consistenza** | | |
| | **Dimensione cristalli** | | |

### 4.2.3 RISULTATI

#### Attributi sensoriali discriminanti

In seguito ad analisi statistica sulle frequenze d'uso dei descrittori da parte del panel (Cochran's Q Test) è risultato come la maggior parte dei descrittori della scheda sia risultato in grado di discriminare i campioni valutati. Nello specifico 49 attributi sensoriali su 55 sono risultati discriminanti (Figura 4.4). le famiglie di descrittori per le quali la capacità discriminante è risultata minore sono risultate l'*Aroma* e l'*Animale,* sia in riferimento all'odore che all'aroma. Inoltre per l'odore sono risultati discriminanti 2 attributi in più rispetto all'aroma (*Speziato, Rancido*).

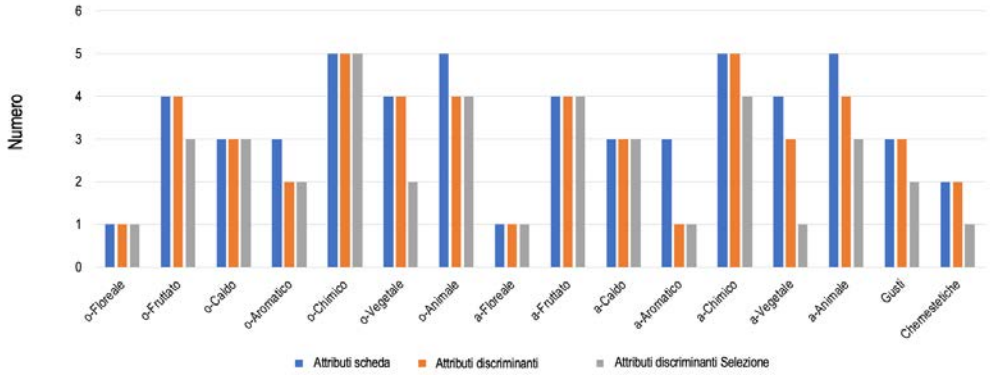
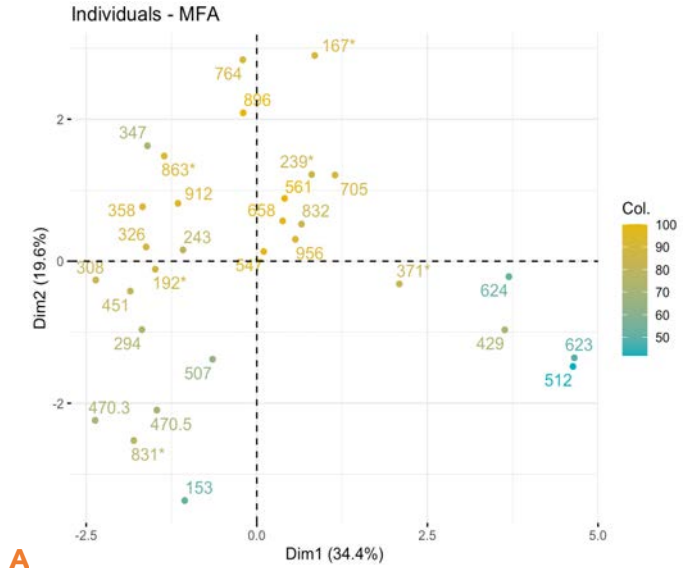



***Figura 4.4*** *Numero di attributi sensoriali presenti nella scheda e numero di attributi discriminanti in maniera significativa ($p < 0.05$), sia per il totale dei millefiori campionati (arancione) sia per i campioni rappresentativi per il consumer test (grigio).*

#### Costruzione della mappa percettiva

Gli attributi sensoriali discriminanti sono stati impiegati per la costruzione di una mappa percettiva (Multi Factorial Analysis). In questa rappresentazione grafica, più due campioni sono tra loro vicini e più sono simili in termini di proprietà sensoriali e viceversa (Figura 4.5). Inoltre nella mappa è riportata la rispondenza alla categoria di ogni campione, espressa come percentuale di giudici del panel che hanno identificato il campione come rispondente. Un cut-off arbitrario del 75% è stato impiegato per identificare i campioni rispondenti con la categoria (rispondenza > 75%). E' stata quindi predisposta una mappa percettiva con i soli campioni rispondenti (Figura 4.6).



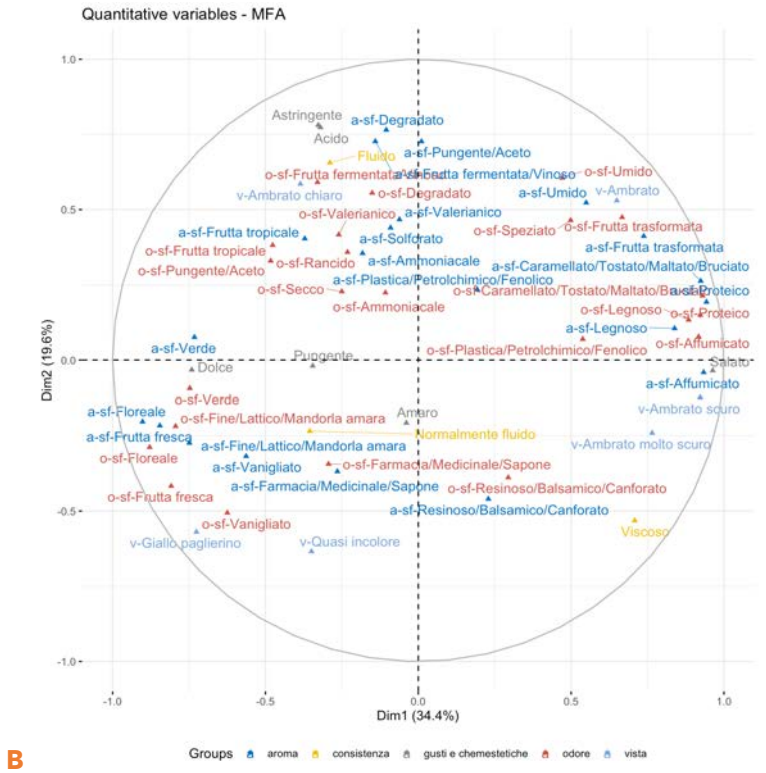
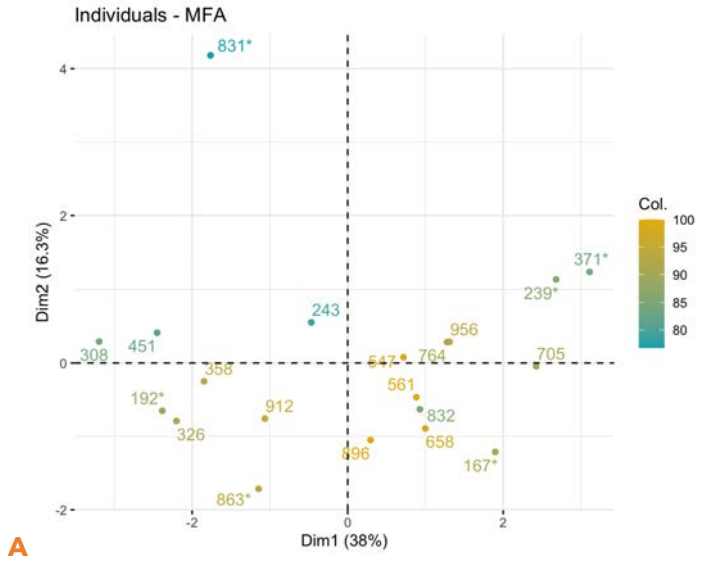
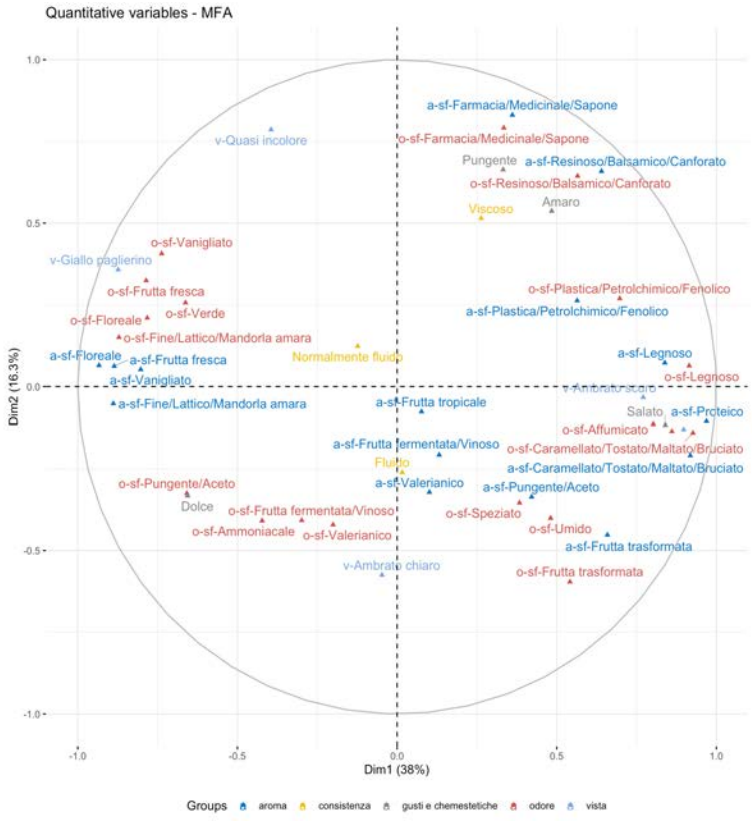




***Figura 4.5*** *Mappa percettiva dei mieli campionati per lo studio (score plot) (A) e relativa mappa di correlazione degli attributi (correlation loading plot) (B). Le gradazioni di colore dello score plot rappresentano la rispondenza percentuale alla categoria "miele millefiori", mentre nel correlation loading plot i diversi colori rappresentano le 5 modalità sensoriali. Sono stati considerati rispondenti solo campioni con percentuale maggiore del 75%. Legenda: * = campioni selezionati per il test con il consumatore; v- = vista; o- = olfatti; a- = aroma; sf- = sotto-famiglia di descrittori.*




A




B

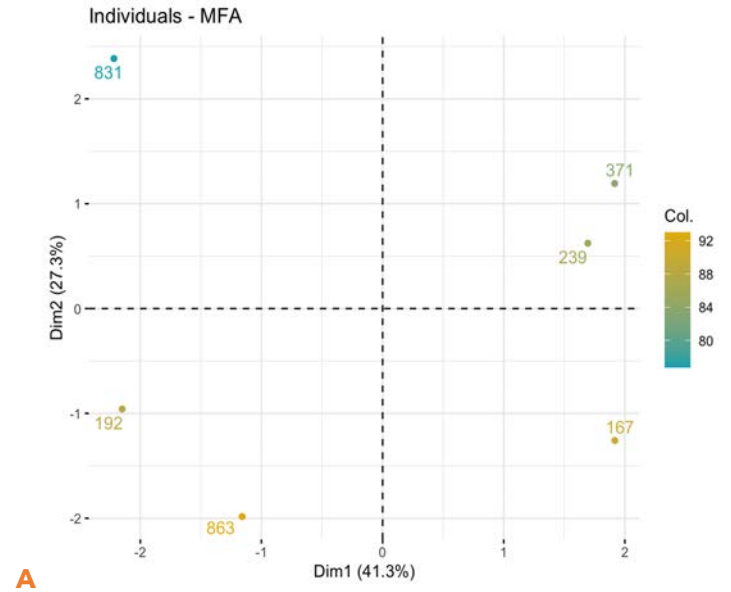
***Figura 4.6*** *Mappa percettiva dei mieli rispondenti alla categoria (score plot) (A) e relativa mappa di correlazione degli attributi (correlation loading plot) (B). Le gradazioni di colore dello score plot rappresentano la rispondenza percentuale alla categoria "miele millefiori", mentre nel correlation loading plot i diversi colori rappresentano le 5 modalità sensoriali. Legenda: * = campioni selezionati per il test con il consumatore; v- = vista; o- = olfatti; a- = aroma; sf- = sotto-famiglia di descrittori.*

Dalla mappa percettiva dei campioni totali e rispondenti è stato possibile visualizzare la stratificazione della categoria millefiori e le proprietà sensoriali responsabili di questa distribuzione. I descrittori con contributo positivo sulla rispondenza (Rho > 0.7) sono risultati riconducibili a odore e aroma della famiglia del *Fruttato* (*Frutta trasformata, Frutta fermentata/Vinoso*), del *Vegetale* (*Umido*), dell'*Animale* (*Valerianico, Degradato*), al gusto *Acido*, alla sensazione *Astringente*, al colore *Ambrato chiaro* e a una consistenza *Fluida*. I descrittori con contributo negativo sono risultati invece riconducibili a odore e aroma della famiglia del *Chimico* (*Farmacia/Medicinale/Sapone*), dell'*Aromatico* (*Resinoso/Balsamico/Canforato*), al gusto *Amaro*, alla sensazione *Pungente*, al colore *Giallo paglierino* o *Quasi incolore*, a una consistenza *Viscosa*.

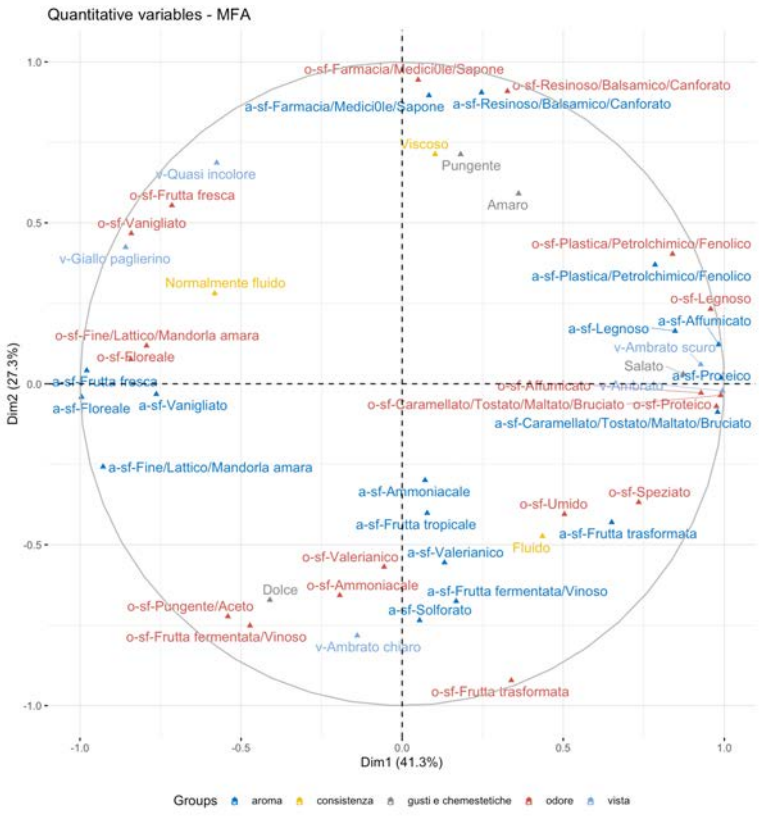
### Selezione dei campioni rappresentativi

Impiegando i campioni rispondenti, è stato selezionato un gruppo ristretto di 6 campioni capace di rappresentare la variabilità sensoriale riscontrata dalla mappa percettiva (campioni rappresentativi). I campioni selezionati sono stati scelti per garantire il massimo della variabilità per tutti gli attributi sensoriali. In seguito alla valutazione della capacità discriminante, il numero di attributi risultati discriminanti in modo significativo è sceso a 43 attributi sensoriali su 55 (Figura 4.4). A ridursi sono stati in modo particolare gli attributi di odore e aroma riconducibili alla famiglia *Vegetale*, e più in generale gli attributi di aroma. Il numero di residui di attributi discriminanti è tuttavia risultato sufficientemente alto e rappresentativo di tutte le famiglie di descrittori.

La mappa percettiva dei campioni rappresentativi (Figura 4.7) ha evidenziato una correlazione tra descrittori paragonabile a quanto evidenziato nelle precedenti rappresentazioni, a conferma che i campioni selezionati sintetizzano coerentemente lo spazio sensoriale del campione totale di mieli.




A




B

***Figura 4.7*** *Mappa percettiva dei mieli rappresentativi (score plot) (A) e relativa mappa di correlazione degli attributi (correlation loading plot) (B). Le gradazioni di colore dello score plot rappresentano la rispondenza percentuale alla categoria "miele millefiori", mentre nel correlation loading plot i colori rappresentano le diverse modalità sensoriali. Legenda: * = campioni selezionati per il test con il consumatore; v- = vista; o- = olfatti; a- = aroma; sf- = sotto-famiglia di descrittori.*

### 4.2.4 DISCUSSIONE DEI RISULTATI DI CARATTERIZZAZIONE SENSORIALE

I campioni di miele millefiori raccolti nello studio (30 campioni) hanno dimostrato ampia diversità sensoriale, variando per la quasi totalità dei descrittori che possiamo ritrovare nel miele. Questo aspetto indica quanto la categoria dei mieli millefiori sia complessa e variegata, a differenza di quanto solitamente atteso dai consumatori. Interessante notare come questo quadro sia emerso da un campionamento effettuato su un'area geografica relativamente limitata (provincia di Trento) e per mieli prodotti in un periodo temporale ristretto (fine primavera/estate 2021). Ciò conferma l'ampia variabilità botanica presente in Trentino e del potenziale che ne può derivare se opportunamente valorizzato.

La caratterizzazione sensoriale ha evidenziato la presenza di una stratificazione nella rispondenza della categoria millefiori, determinata sulla base delle proprietà sensoriali. Ciò indica la presenza di un nucleo ad alta rappresentatività della categoria, in cui sono presenti campioni prototipici. La collocazione al centro della mappa percettiva suggerisce una condizione intermedia ed equilibrata in termini di descrittori sensoriali caratterizzanti, quindi campioni che non tendono ad avere descrittori particolarmente dominanti, se pur con qualche eccezione (Fruttato, Vegetale, Animale). In una fascia di rispondenza minore, quindi a maggiore distanza dal centro prototipico della categoria, sono presenti 3 raggruppamenti di campioni caratterizzati da specifici gruppi di descrittori. Un primo gruppo racchiude descrittori a carattere più delicato e accettabile appartenenti alla famiglia del Floreale, del Fruttato (Frutta fresca), del Caldo (Vanigliato, Fine/Lattico/Mandorla amara). Un secondo gruppo racchiude descrittori a carattere più intenso e complesso appartenenti alla famiglia del Fruttato (Frutta trasformata, Frutta fermentata/vinoso), dell'Animale (Solforato, Valerianico) e del Chimico (Ammoniacale). Un terzo gruppo racchiude infine descrittori a carattere intenso e ai limiti della classica accettabilità edonica, appartenenti alla famiglia del Caldo (Caramellato/Tostato/Maltato/Bruciato), del Chimico (Plastica/Petrolchimico/Fenolico, Affumicato), dell'Animale (Proteico), del Vegetale (Legnoso), oltre al gusto salato.

Sulla base di queste dimensioni si è basata la selezione di campioni rappresentativi della variabilità sensoriale, impiegati successivamente in un test con i consumatori. Questa selezione ha permesso di lavorare su un numero ristretto di campioni, tuttavia rappresentativo della variabilità sensoriale riscontrata nel campionamento complessivo.

Da un punto di vista metodologico, la correlazione tra descrittori delle sottofamiglie evidenziata nello studio ha messo alla luce un diverso raggruppamento rispetto a quello attualmente presente nella ruota degli odori e degli aromi del miele. Un esempio è rappresentato dalla famiglia di descrittori denominata Caldo, che ha visto la sua sottofamiglia Fine/Lattico/Mandorla amara inversamente correlata alla sua sottofamiglia Caramellato/Maltato/Tostato/Bruciato. Questo aspetto suggerisce di usare cautela nell'uso di descrizioni sensoriali basate sulle sole famiglie di descrittori intese come macro-attributi, considerato che dietro al nome della famiglia si possono celare percezioni completamente diverse e inversamente correlate. Quando le condizioni di valutazione lo permettono, l'uso delle sottofamiglie di descrittori è preferibile in quanto il quadro che se ne deriva è più rappresentativo.

## 4.3 CONSUMER TEST

### 4.3.1 OBIETTIVO

Obiettivo di questa fase è stato quello di valutare la risposta edonica per i mieli millefiori, nonché di profilare i consumatori per caratteristiche socio-demografiche e di abitudini d'uso e consumo del miele.

### 4.3.2 MATERIALI E METODI

#### Panel di valutazione

Per lo studio sono stati reclutati 131 consumatori di miele, visitatori del Museo della Scienza di Trento invitati ad effettuare l'assaggio dopo una breve spiegazione del progetto.

A B

***Figura 4.8*** *Consumatori durante la valutazione nelle cabine sensoriali (A) e elementi disponibili in cabina per la valutazione (B)*

#### Campioni

I 6 mieli selezionati dalla fase precedente sono stati miscelati all'interno del loro contenitore originale e sono stati porzionati in vaschette di plastica (capienza totale 30g) nella quantità di 6g (±1g), chiuse con un coperchio e codificate con codice numerico a 3 cifre Per facilitare le operazioni di porzionamento, i campioni in stato cristallizzato o parzialmente cristallizzato sono stati mantenuti alla temperatura di 40°C nelle 24 ore precedenti alla preparazione. I campioni così preparati sono stati mantenuti a temperatura controllata (20°C) fino al giorno della valutazione, quindi mantenuti a temperatura ambiente.

I 6 campioni destinati all'assaggio sono stati preparati su un vassoio codificato con un numero univoco e consegnato all'interno della cabina di valutazione. L'ordine di presentazione dei campioni definito secondo tutte le possibili combinazioni è stato assegnato in maniera randomizzata.

### Valutazione dei consumatori

La valutazione dei campioni da parte dei consumatori è stata svolta in un singola seduta strutturata in due parti principali: (I) raccolta dei responsi edonici in seguito all'assaggio, (II) compilazione di un questionario.

Per quanto riguarda l'assaggio dei campioni, è stato chiesto ai consumatori di valutare un campione alla volta seguendo l'ordine di presentazione e di osservare, annusare e assaggiare il singolo campione indicandone su apposita scala il gradimento a 9 punti (*1-Estremamente sgradevole, 2-Molto sgradevole, 3-Sgradevole, 4-Leggermente sgradevole, 5-Né gradevole né sgradevole, 6-Leggermente gradevole, 7-Gradevole, 8-Molto gradevole, 9-Estremamente gradevole*). Successivamente è stato chiesto di esprimere gli stati emozionali sperimentati scegliendo da un'apposita lista di emozioni, contenente diverse combinazioni di emozioni che variano per valenza e stato di attivazione (arousal) (Circumplex-inspired emotion questionnaire, Jaeger et al., 2021). A seguito dell'assaggio dei campioni è stato chiesto di compilare un questionario riguardo la frequenza di consumo di miele e dolcificanti, conoscenza delle tipologie di miele monoflora, luoghi abituali di acquisto del miele, modalità d'uso del miele, questionario su motivazioni di acquisto del cibo in generale (single-item Food Choice Questionnarie, Onwezen et al., 2019), questionario socio-demografico. Le istruzioni sulle modalità di valutazione e la raccolta dei responsi è stata effettuata su tablet tramite software online EyeQuestion (www.eyequestion.com). Le valutazioni sono state effettuate nell'arco di 4 giornate in modalità Central Location Test presso il Museo della scienza di Trento (ottobre 2021), impiegando cabine sensoriali mobili e tablet individuali per la raccolta dei responsi (Figura 4.8).

## 4.3.3 RISULTATI

### Caratterizzazione del gruppo di consumatori

Il Central Location Test ha intercettato un gruppo di consumatori relativamente giovani, con il 75% dei soggetti di età compresa tra i 18 e 45 anni. Il livello di istruzione è risultato elevato, con il 58% di soggetti con formazione universitaria (Figura 4.9). Il gruppo investigato è risultato proveniente in maniera prevalente dal nord Italia (91.5%) di cui circa un sesto dalla provincia di Trento (16.9%). Il gruppo è risultato bilanciato in termini di genere (Femmine 50.4%).

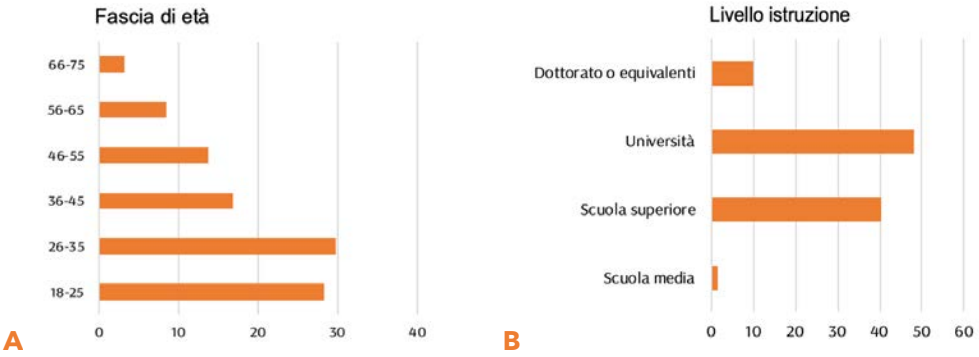



***Figura 4.9*** *Percentuali di consumatori suddivisi per fascia di età (A) e per livello di istruzione (B).*

Per quanto riguarda la conoscenza del prodotto miele il gruppo indagato è risultato caratterizzato da consumi medio-bassi. Circa la metà dei soggetti (49.1%) ha dichiarato di conoscere da 1 a 3 varietà di monoflora (Figura 4.10A). Per quanto riguarda il consumo (in riferimento al periodo di massimo consumo annuale), la maggior parte dei soggetti (85.5%) ha dichiarato di consumare con maggiore frequenza 3 o meno tipologie di monoflora (Figura 4.10 B). Il gruppo è inoltre risultato caratterizzato da consumi dichiarati paragonabili tra miele monoflora e millefiori (Chi-square test, p = 0.449), con circa la metà dei soggetti consumatori occasionali del prodotto (1 porzione a settimana a meno).

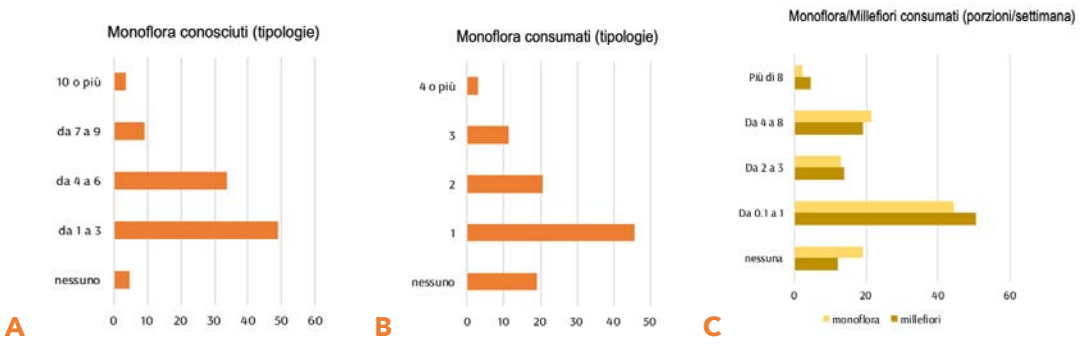



***Figura 4.10*** *Percentuale di consumatori suddivisi per numero di monoflora conosciuti (A), monoflora consumati (B) e numero di porzioni consumate a settimana per monoflora e millefiori nel periodo di massimo consumo annuale (C).*

## Caratterizzazione dei segmenti

Suddividendo sulla base del consumo dichiarato di millefiori (cut-off: 1 porzioni millefiori/settimana) è stato possibile identificare due segmenti di consumatori: "occasionali" e "regolari". Una caratterizzazione dei due segmenti è riportata in Tabella 4.3.

***Tabella 4.3*** *Caratterizzazione dei segmenti di consumatori di miele*

| | | Segmento | | p-valu |
|---|---|---|---|---|
| | | ***Occasionali*** | ***Regolari*** | |
| N | | 65 | 66 | |
| Femmine (%) | | 40.9 | 60.0 | * |
| Fascia età (anni) | | | | |
| | 18-25 | 33.3 | 23.1 | |
| | 26-35 | 30.3 | 29.2 | |
| | 36-45 | 13.6 | 20.0 | |
| | 46-55 | 10.6 | 16.9 | |
| | 56-65 | 7.6 | 9.2 | |
| | 66-75 | 4.5 | 1.5 | |
| Consumo (porzioni/settimana) | | | | |
| | Millefiori | 0.2 | 5.6 | * |
| | Monoflora | 1.4 | 3.9 | |
| | Zucchero | 6.9 | 6.5 | |

I due segmenti sono risultati in un numero paragonabile di soggetti, con il segmento dei consumatori "regolari" caratterizzato da una maggiore presenza del genere femminile. Come da criterio di segmentazione, il segmento dei "regolari" è risultato in un consumo maggiore di miele millefiori.

I due segmenti sono risultati divergenti in termini di modalità d'uso e di luoghi di acquisto del miele generico (Figura 4.11). Complessivamente i consumatori "occasionali" impiegano il miele generico in cibi salati (antipasti, secondi piatti, salse) in maggiore frequenza rispetto ai consumatori "regolari". Al contrario questi ultimi impiegano maggiormente il miele per dolcificare bevande calde. Per entrambi i segmenti, circa il 30% dei soggetti fa uso del miele tal quale, mentre la restante parte fa un uso del miele come ingrediente. Per entrambi i segmenti gli impieghi dichiarati più comuni sono come dolcificante nelle bevande calde e come ingrediente per dolci e dessert.

Per quanto riguarda i luoghi di acquisto, i consumatori "occasionali" acquistano il miele generico in punti al dettaglio e con alto valore gastronomico (mercato locale, negozio, gastronomia) con maggiore frequenza rispetto ai consumatori "regolari". Inversamente i consumatori "regolari" acquistano con maggiore frequenza nella grande distribuzione (ipermercato, supermercato) e presso l'apicoltore, luoghi che hanno in comune la possibilità di poter acquistare a prezzo più conveniente. L'acquisto on-line del miele risulta minimo se non assente, nonostante la fascia di età relativamente giovane.

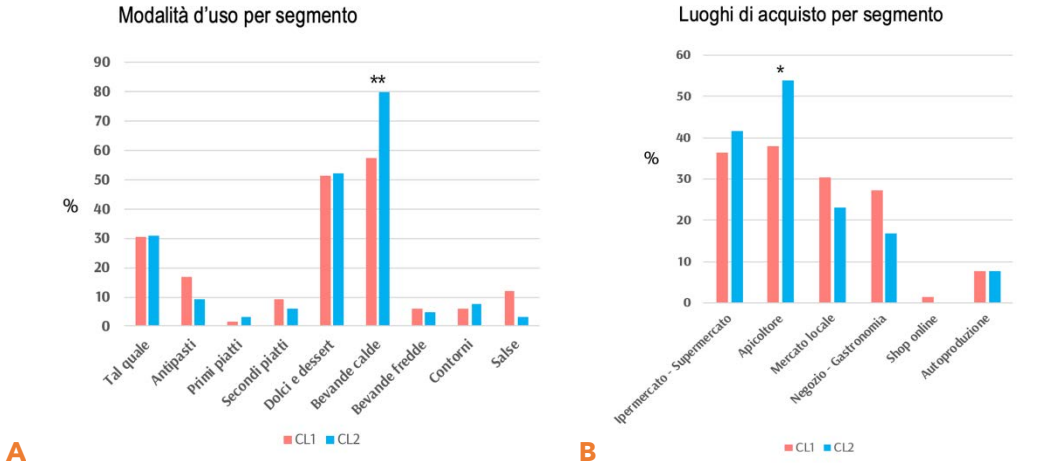



***Figura 4.11*** *Modalità d'uso (A) e luoghi di acquisto (B) dichiarati da consumatori "occasionali" (CL1) e "regolari" (CL2) di miele millefiori. L'asterisco indica differenze significative tra i due segmenti (Chi-square test): * p<0.01, ** p<0.05.*

### Gradimento espresso per i campioni rappresentativi

I punteggi di gradimento espressi da entrambi i segmenti sono riportati in figura 4.12. I campioni testati sono risultati diversi in maniera significativa per il gradimento espresso dai consumatori. Tutti i campioni sono risultati al di sopra della soglia di accettabilità, con punteggi medi compresi tra leggermente gradevole e gradevole. I campioni F, B ed E sono risultati relativamente più graditi, mentre A, C e D sono risultati relativamente meno graditi (per codifica si veda Tabella 4.1). Globalmente i consumatori "regolari" hanno espresso punteggi di gradimento maggiori rispetto ai consumatori "occasionali", a confermare la maggiore esposizione e familiarità con il prodotto.

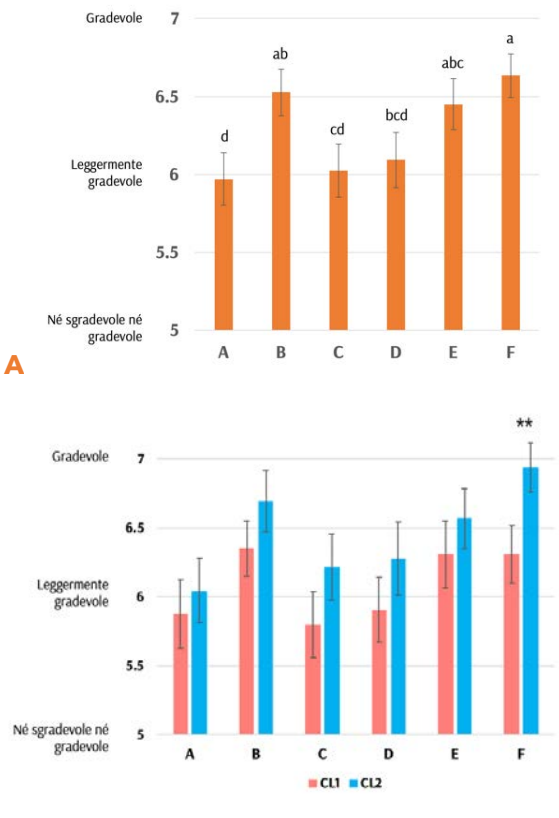



***Figura 4.12*** *Gradimento medio per i campioni rappresentativi di miele millefiori per il totale dei consumatori (A) e per segmenti di consumatori (B) (CL1 – Consumatori "occasionali"; CL2 – "Consumatori regolari"). Le barre di errore rappresentano l'errore standard. Lettere diverse indicano differenze significative (Post-hoc Tukey's test, p<0.05). L'asterisco indica differenze significative tra i due segmenti (T- test): ** p<0.*05.

La correlazione tra i punteggi di gradimento dei consumatori e le valutazioni sensoriali dei giudici hanno permesso di identificare quali descrittori sensoriali guidano il gradimento dei consumatori e dei segmenti. La visualizzazione è stata ottenuta con una mappa interna di preferenza, ottenuta tramite Multiple Factor Analysis (Figura 4.13). I consumatori si sono collocati sul lato sinistra della mappa, ad indicare una generale maggiore preferenza per i campioni E, F e B, caratterizzati dalle famiglie di descrittori *Fruttato* e *Floreale*, dal gusto *Dolce*, dalla consistenza *Normalmente fluida*, dal colore *Quasi incolore*, *Giallo paglierino* e *Ambrato chiaro*. Inversamente un numero minore si è collocato sul lato sinistro, ad indicare una minore preferenza per i campioni A, C e D, caratterizzati dalle famiglie di descrittori *Chimico*, *Aromatico*, *Caldo*, *Animale*, dal gusto *Salato* e *Amaro*, dal colore *Ambrato* e *Ambrato scuro*. Una rappresentazione più dettagliata del legame tra gradimento e descrittori dello sottofamiglie è riportata in figura 4.14. Da questa emerge che i descrittori olfattivi positivamente legati al gradimento sono *Floreale*, *Vanigliato*, *Fine/Lattico/Mandorla*

*amara*, *Frutta fresca*, *Pungente/Aceto*, *Frutta Fermentata/Vinoso*, mentre i negativamente correlati sono *Proteico*, *Affumicato*, *Plastica/Petrolchimico/Fenolico*, *Legnoso*, *Caramellato/Tostato/Maltato/Bruciato*, *Speziato* (Figura 4.14 A). Per quanto riguarda l'aroma, i descrittori positivamente legati al gradimento sono *Fine/Lattico/Mandorla amara*, *Floreale*, *Frutta fresca* e *Vanigliato*, mentre i negativamente correlati sono *Affumicato*, *Plastica/Petrolchimico/Fenolico*, *Legnoso*, *Proteico*, *Caramellato/Tostato/Maltato/Bruciato*, *Frutta fermentata/Vinoso*, *Valerianico* (Figura 4.14 B).

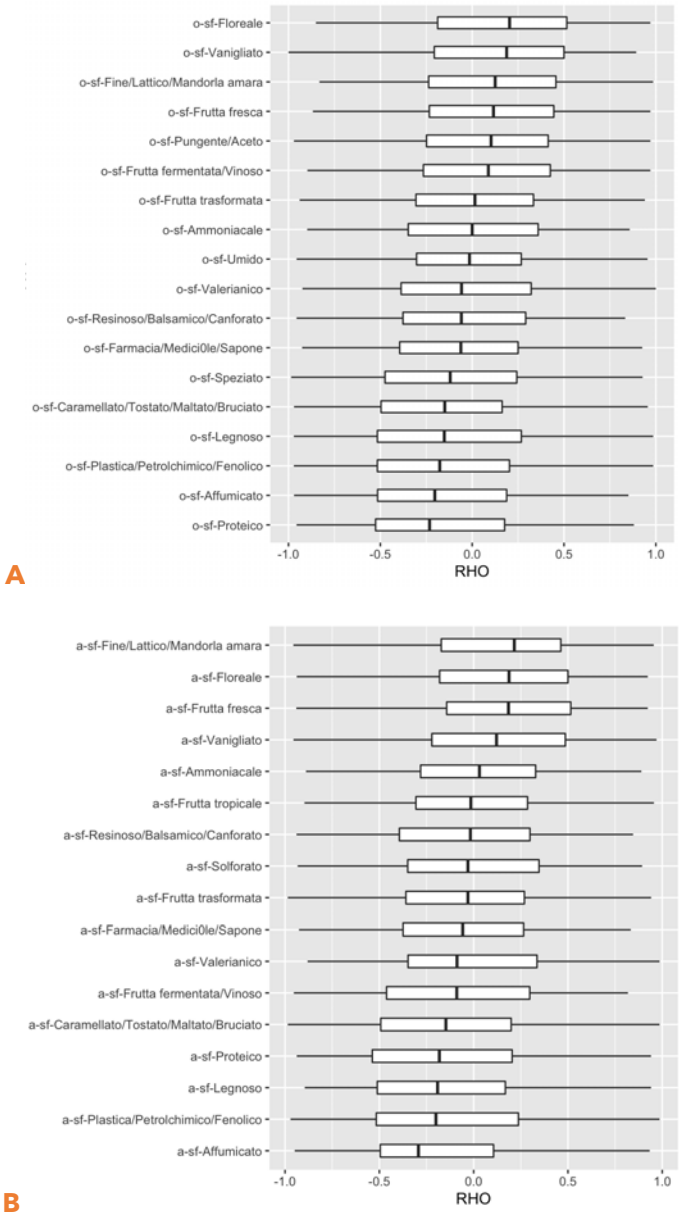
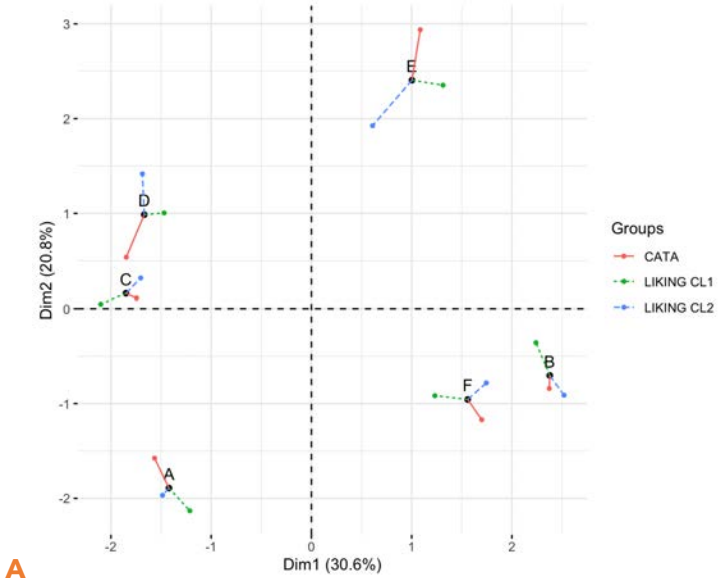
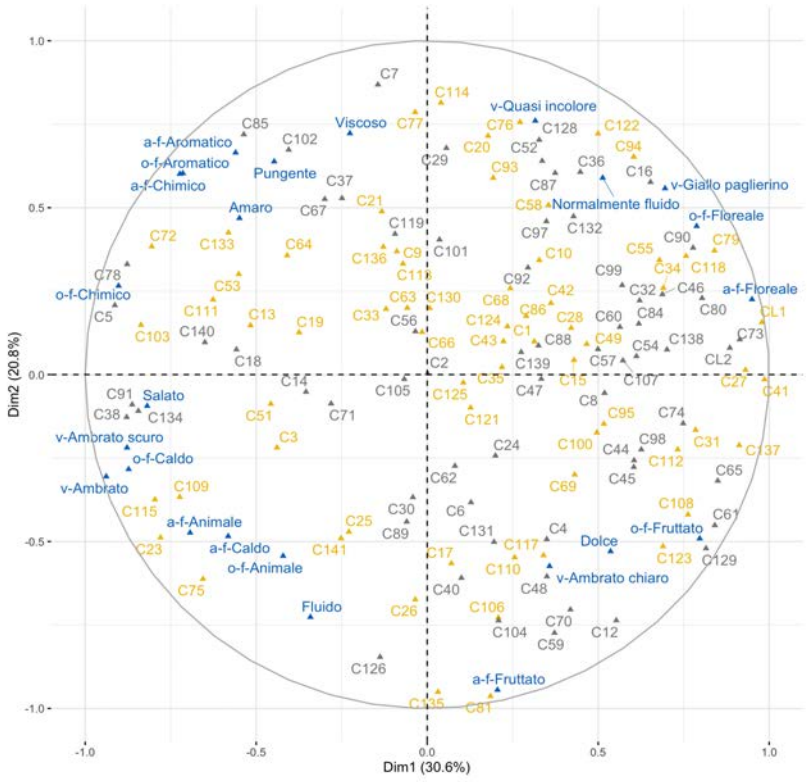



***Figura 4.14*** *Correlazione tra descrittori delle sottofamiglie di odore (A) e aroma (B) con i punteggi di gradimento dei consumatori nel complesso.*




A




B

***Figura 4.13*** *Mappa interna di preferenza: relazione tra gradimento dei consumatori e proprietà sensoriali dei campioni. I codici in giallo rappresentano i consumatori "occasionali", mentre i codici in grigio rappresentano i consumatori "regolari". Score plot (A) e correlation loading plot (B). Legenda: v- = vista; o- = olfatti; a- = aroma; f- = famiglia di descrittori.*

Considerando i segmenti di consumatori rappresentati sulla mappa interna di preferenza (Figura 4.13) è possibile vedere come i consumatori "occasionali" (codici in giallo) si distribuiscono più uniformemente nella mappa rispetto ai consumatori "regolari", ciò a indicare un gruppo più eterogeneo in termini di preferenze sensoriali. Il gruppo tuttavia risulta tendenzialmente spostato verso la parte superiore della mappa, indicando una maggiore preferenza specifica per i descrittori collocato in questa parte. Diversamente, i consumatori "occasionali" (codici in giallo) si distribuiscono tendenzialmente verso la parte destra della mappa, indicando preferenze sensoriali più precise. Una rappresentazione più dettagliata del legame tra gradimento e descrittori per entrambi i segmenti è riportata in figura 4.15. Anche in questo caso è possibile vedere come i consumatori "occasionali" abbiano una preferenza verso un numero maggiore di descrittori sensoriali, ciò a differenza dei consumatori "regolari", che gradiscono un numero più ristretto e specifico di attributi. Confrontando i due segmenti, emerge una correlazione positiva col gradimento in entrambi i segmenti per il colore *Quasi incolore*, *Giallo paglierino* e *Ambrato chiaro*, per l'odore e aroma *Floreale*, per l'odore *Fruttato*, per la consistenza *Viscosa* o *Normalmente fluida*. Inversamente, emerge una correlazione negativa col gradimenti in entrambi i segmenti per il colore *Ambrato* e *Ambrato scuro*, per l'odore e aroma di *Animale*, *Chimico*, *Caldo*, per l'aroma di *Fruttato*, per il gusto *Salato*, per una consistenza *Fluida*. Di particolare interesse risultano le preferenze divergenti tra i segmenti. A differenza dei consumatori "regolari", gli "occasionali" apprezzano i descrittori odore e aroma di Aromatico, l'aroma di Chimico, il gusto Amaro, la sensazione Pungente. Inversamente, i consumatori "regolari" apprezzano il gusto Dolce a differenza degli "occasionali".

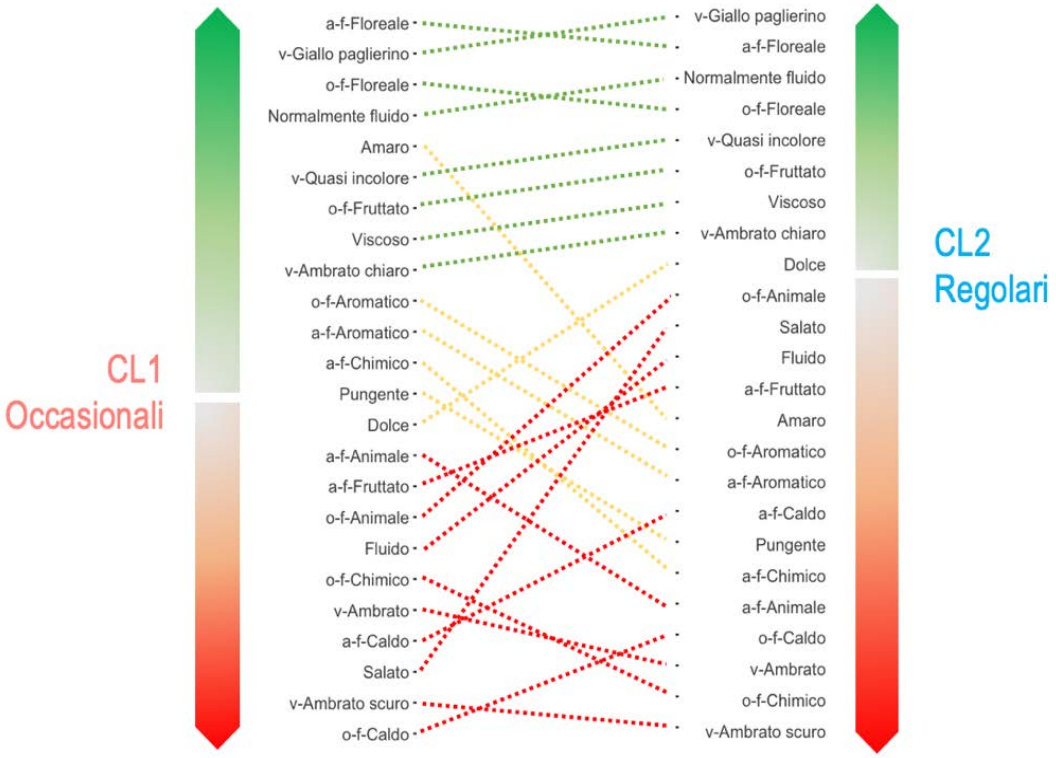



***Figura 4.15*** *Relazione (Rho - indice di correlazione di Spearman) tra gradimento e descrittori sensoriali nel segmento di consumatori "occasionali" e "regolari". I descrittori in corrispondenza del colore verde corrispondo a valori di Rho positivi (correlazione positiva), mentre nel caso del rosso corrispondo a valori di Rho negatavi (correlazione negativa). La linea tratteggiata verde indica un descrittore correlato positivamente al gradimento in entrambi i segmenti, la linea rossa indica un descrittore correlato negativamente mentre la linea gialla rappresenta una divergenza in preferenza tra segmenti.*

### Emozioni espresse per i campioni rappresentativi

In seguito ad analisi statistica sulle frequenze d'uso dei termini emozionali da parte dei consumatori (Cochran's Q Test) è risultato come 3 su 12 coppie di emozioni presenti nel Circumplex-inspired emotion questionnaire discrimino in maniera significativa i campioni valutati: *Entusiasta/Ispirato*, *Rilassato/Calmo*, *Teso/Infastidito*. *Entusiasta/Ispirato* rappresentano coppie di emozioni a valenza positiva e stato di attivazione (arousal) elevato. *Rilassato/Calmo* rappresenta una coppia sempre a valenza positiva ma con stato di attivazione basso. Infine *Teso/Infastidito* rappresenta una coppia a valenza negativa e stato di attivazione alto. Le valutazioni espresse dal totale dei consumatori sono riportate in figura 4.16. *Rilassato/Calmo* è stata la coppia più citata, seguita da *Entusiasta/Ispirato* e da *Teso/Infastidito*. Per i campioni E d F sono risultate paragonabile le frequenze di citazioni per le coppie Entusiasta/Ispirato e Rilassato/Calmo, mentre per i campioni A e B sono

risultate prevalenti le citazioni di Rilassato/Calmo. La coppia Teso/Infastidito è stata invece scelta maggiormente per i campioni A, C e D, ovvero i campioni relativamente meno graditi.

Le coppie di emozioni significative sono state messe in correlazione con i punteggi di gradimento e con i descrittori sensoriali, ciò per comprendere i diversi responsi emozionali all'interno dei segmenti individuati e comprendere il legame tra emozioni e proprietà sensoriali (Figura 4.17). La coppia di emozioni Entusiasta/Ispirato è risultata maggiormente espressa nei consumatori occasionali e legata ai descrittori di odore e aroma di *Aromatico* e *Floreale*, alla consistenza *Viscosa* e *Normalmente fluida*, a un colore *Quasi incolore* o *Giallo paglierino*. La coppia di emozioni *Rilassato/Calmo* è risultata maggiormente espressa nei consumatori regolari e legata ai descrittori di odore e aroma *Fruttato* e *Floreale*, e al gusto *Dolce*.

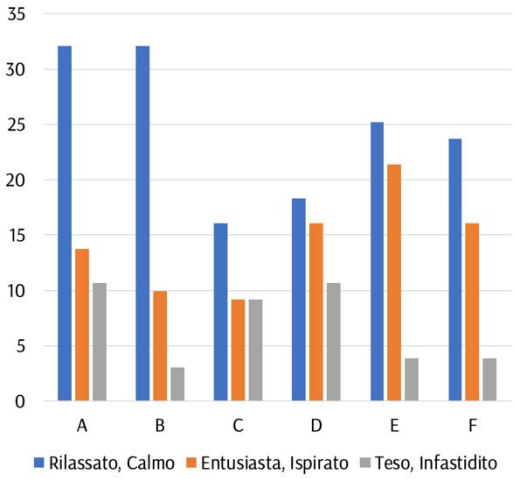
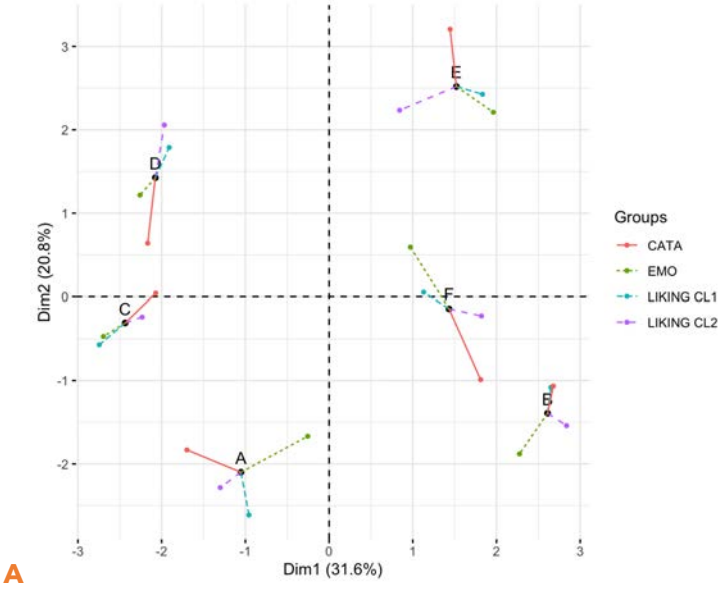



***Figura 4.16*** *Frequenza delle emozioni espresse a seguito dell'assaggio per i campioni rappresentativi di miele millefiori per il totale dei consumatori.*



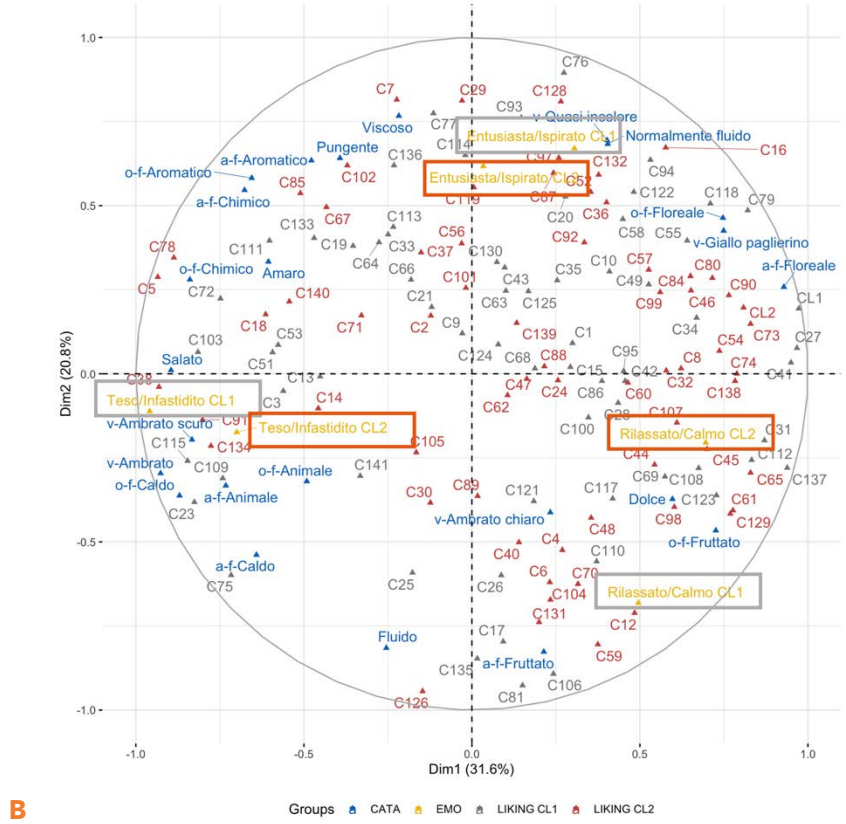




***Figura 4.17*** *Mappa interna di preferenza: relazione tra gradimento dei consumatori, emozioni dei consumatori e proprietà sensoriali dei campioni. I codici in grigio rappresentano i consumatori "occasionali", mentre i codici in rosso rappresentano i consumatori "regolari". Score plot (A) e correlation loading plot (B).*

### 4.3.4 DISCUSSIONE RISULTATI CONSUMER TEST

L'attività svolta ha permesso di investigare la preferenza dei mieli millefiori rappresentativi su un gruppo di consumatori giovane (18-35 anni), istruito, appartenente principalmente al nord Italia e con abitudine di consumo di miele media o bassa. Aver intercettato questa fascia di popolazione è particolarmente interessante in quanto nel mercato italiano è stato evidenziato come nel biennio 2019-2020 il segmento dei giovani (giovani famiglie, reddito medio-basso) sia il più in crescita in termini di spesa e volume acquistato del miele (ISMEA, 2020). All'interno di questa popolazione è stato possibile evidenziare due segmenti principali, differenziati da un consumo di miele millefiori occasionale piuttosto che regolare. I consumatori "occasionali" (1 o meno porzioni consumate a settimana) hanno mostrato di impiegare il miele come dolcificante per bevande e dolci, tuttavia ricercandone anche un uso in preparazioni legate a preparazioni culinarie legate ai cibi salati. Lo stesso segmento ha indicato una maggiore propensione all'acquisto presso punti vendita al dettaglio e a maggiore valore qualitativo (es. mercato locale, negozio, gastronomia). Questi elementi lasciano supporre che il segmento dei consumatori "occasionali" si differenzi per la ricerca e l'uso del miele inteso come ingrediente occasionale e ad alto valore qualitativo ed edonico. I consumatori "regolari" (1 o più porzioni consumate a settimana) hanno mostrato, come gli "occasionali", di impiegare il miele come ingrediente per dolci e bevande, mostrando un uso particolarmente accentuato in questo ultimo caso. Inoltre è risultata minore la tendenza all'uso del miele come ingrediente in cibi salati. I "regolari" hanno inoltre indicato una maggiore propensione all'acquisto presso la grande distribuzione o presso gli apicoltori, ambiti che hanno in comune la possibilità di acquistare il prodotto a un prezzo più economico. Nel complesso entrambi i segmenti hanno mostrato di consumare il miele principalmente come ingrediente, in particolar modo per dolci e bevande, mentre solo 1/3 ha dichiarato di consumare il miele tal quale. Degno di nota è anche il fatto che nonostante l'età relativamente giovane del gruppo investigato, l'acquisto del miele non viene effettuato tramite negozio on-line.

Un aspetto rilevante emerso dallo studio è la presenza di preferenze sensoriali specifiche e differenziate all'interno dei due segmenti presentati. Il segmento degli "occasionali" ha mostrato una correlazione positiva col gradimento per un numero maggiore di proprietà sensoriali (famiglia Fruttato, Floreale, Aromatico), incluse quelle considerate più critiche per l'accettabilità (Chimico, Amaro). Inversamente, il segmento dei "regolari" ha mostrato di

essere guidato nelle preferenze da un numero minore di descrittori (famiglia Fruttato e Floreale, gusto dolce). La conoscenza delle proprietà sensoriali caratterizzanti il millefiori può quindi essere usata con vantaggio per la sua valorizzazione, direzionando il prodotto verso il segmento che con maggiore probabilità ne può apprezzare le proprietà sensoriali. La misura delle emozioni sperimentate in seguito all'assaggio dei millefiori rappresentativi può essere di supporto per comunicare o anticipare al meglio le possibili attese di consumo. Anche in questo caso, i due segmenti sono risultati divergenti in merito alle emozioni sperimentate a seguito del consumo. Il segmento degli "occasionali" ha legato maggiormente il proprio gradimento a emozioni a valenza positiva e stato di attivazione alto, rappresentate dalla coppia di emozioni Entusiasta/Ispirato, mentre il segmento dei "regolari" ha legato il proprio gradimento a emozioni a valenza positiva e stato di attivazione basso, rappresentato dalla coppia di emozioni Rilassato/Calmo. Queste emozioni rappresentano la base su cui il punteggio di gradimento va quindi a formarsi. Evocare queste emozioni attraverso la comunicazione (es. promozione, packaging, caratteristiche estrinseche) e veicolarle ai segmenti di consumatori che in particolare le ricercano, rappresenta un valido strumento per valorizzare ulteriormente il millefiori.

## 4.4 ANALISI MELISSOPALINOLOGICA

### 4.4.1 OBIETTIVO

Obiettivo di questa fase è stato quello di valutare l'origine botanica dei mieli millefiori al fine di metterla in relazione con le proprietà sensoriali in essi percepite.

### 4.4.2 MATERIALI E METODI

La valutazione dell'origine botanica dei mieli millefiori rappresentativi precedentemente selezionati (6 campioni) è stata effettuata con analisi melissopalinologica qualitativa (Persano Oddo, 2000).

Gli elementi microscopici sono stati concentrati mediante centrifugazione e il sedimento è stato analizzato al microscopio per l'identificazione e il conteggio dei tipi pollinici e degli altri elementi figurati. E' stato ottenuto in questo modo uno "spettro bruto", che necessita di una interpretazione specifica per ottenere le informazioni ricercate. In dettaglio, per ogni campione, sono stati pesati circa 10 g (15-20 g nel caso di mieli poveri di polline, es. robinia), in una provetta a fondo conico da 50 mL e sono stati trattati con 30-40 mL di acqua distillata. La soluzione è stata centrifugata per circa 15 minuti a 2500-3000 rpm e successivamente il liquido è stato separato dal sedimento. Per eliminare completamente gli zuccheri presenti, il sedimento è stato ripreso con 40 mL di acqua distillata in una provetta da 50 mL e centrifugato per altri 5 minuti. Il surnatante è stato quindi eliminato. Il sedimento è stato disperso in modo uniforme su un vetrino portaoggetti cercando di coprire una superficie di 1 $cm^2$. Il vetrino è stato quindi lasciato ad asciugare. Quando il sedimento si è presentato asciutto, si è inclusa una goccia di gelatina glicerinata, ricoprendo con vetrino copri-oggetto Successivamente si è passati all'osservazione al microscopio del sedimento, identificando e contando i pollini associati a piante nettarifere e non nettarifere (famiglia ed eventuale specie/genere/gruppo/forma, come riportato in Tabella 4.4), oltre agli indicatori di melata e le spore. L'identificazione è stata fatta riferendosi alla bibliografia e ai preparati di riferimento.

### 4.4.3 RISULTATI

La correlazione tra conteggio pollinico (unità contate su 10 g di campione) delle famiglie nettarifera e le proprietà sensoriali impiegate per descrivere i campioni ha permesso di

identificare le tipologie botaniche che ricorrono con maggiore frequenza quando presenti e che sono associate a specifiche proprietà sensoriali.

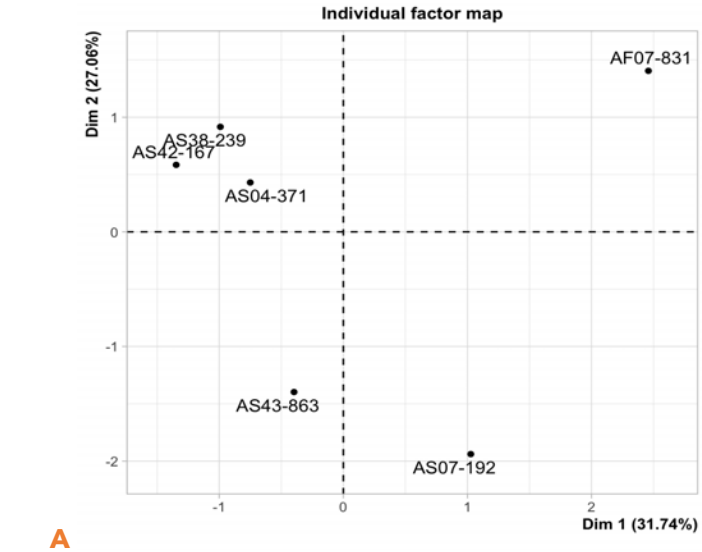
Una visione complessiva delle relazione tra il contenuto pollinico di origine nettarifera e le proprietà sensoriali è riportata in figura 4.18, mentre una descrizione puntuale delle relazioni principali (correlazioni significative) è riportata in Tabella 4.4.

### 4.4.4 DISCUSSIONE RISULTATI ANALISI MELISSOPALINOLOGICA

Lo studio congiunto di proprietà sensoriali e di contenuto pollini di origine nettarifera ha permesso di identificare quali sono i pollini la cui variazione è associata a una variazione delle proprietà sensoriali dei principali descrittori del miele millefiori. Nel complesso sono state riscontrate relazioni significative per pollini derivanti da fioriture estive (es. castagno, tiglio, ailanto, rododendro), a conferma del campionamento effettuato in agosto 2021. La maggior parte dei gusti base e delle famiglie di descrittori è risultata correlata a specifiche tipologie di polline di origine nettarifera. Fanno eccezione il gusto Salato, la famiglia del *Vegetale*, del *Chimico* e del *Caldo*, per cui le correlazioni con il contenuto pollinico è risultata bassa o assente. La famiglia del *Vegetale*, del *Fruttato* dell'*Aromatico* e il gusto *Acido* sono risultati i descrittori legati a un maggior numero di pollini di origine nettarifera.

Considerati i descrittori sensoriali che influenzano positivamente il gradimento dei millefiori (colore chiaro, gusto dolce, odore/aroma di floreale e fruttato), le fioriture che contribuiscono positivamente al gradimento sono associabili alla famiglia delle Rosaceae (Rubus, Prunus, Malus, Pyrus), delle Asteraceae (J-form, H-form, T-form), delle Ranunculaceae (Clematis), delle Arecaceae (Camerops), delle Liliaceae (Asparagus), delle Aceraceae (Acer), delle Ericaceae e delle Salicaceae (Salix).

Considerati invece descrittori sensoriali che influenzano negativamente il gradimento dei millefiori (colore scuro, gusto salato, odore/aroma di chimico, animale e caldo), le fioriture che contribuiscono negativamente al gradimento sono associabili alla famiglia delle Simaroubaceae (Ailanthus), delle Scrophularicaeae (Verbascum), delle Fabaceae (Trifolium repens), delle Crucifarae, delle Rosaceae (Prunus) e delle Arecaceae (Camerops).



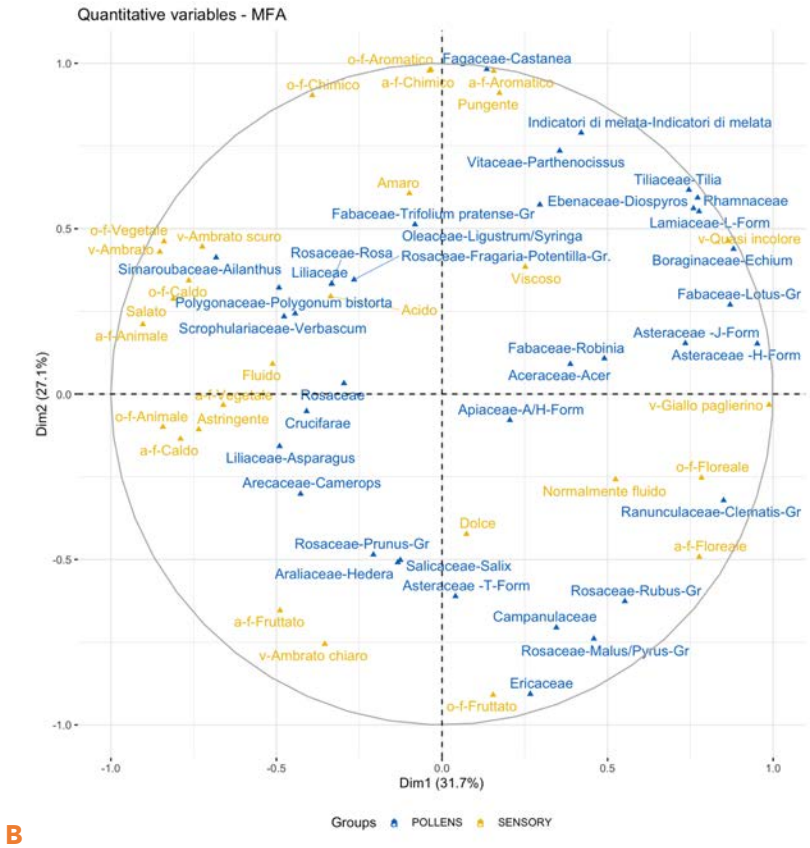




***Figura 4.18*** *Mappa percettiva: relazione tra proprietà sensoriali dei campioni di millefiori rappresentativi e famiglia+gruppo/forma/tipo dei pollini di origine nettarifera. Score plot (A) e correlation loading plot (B).*

***Tabella 4.4*** *Correlazione tra proprietà sensoriali e tipologia pollinica*

| Descrittore sensoriale | Famiglia | Specie/Genere/Gruppo/Forma | Esempi | Coefficiente di correlazione |
|---|---|---|---|---|
| **Giallo paglierino** | Rosaceae | Rubus-Gr | Rovo, Lampone | 0.75° |
| | Asteraceae | H-Form | Girasole, Topinambur | 0.77° |
| | Ranunculaceae | Clematis-Gr | Clematide | 0.87* |
| **Ambrato** | Simaroubaceae | Ailanthus | Ailanto | 0.88° |
| **Acido** | Crucifarae | | Brassicacea | 0.76° |
| | Arecaceae | Camerops | | 0.79° |
| | Rosaceae | Prunus-Gr | Ciliegio, Albicocco | 0.79° |
| | Polygonaceae | Polygonum bistorta | Bistorta | 0.81* |
| | Fabaceae | Trifolium repens-Gr | Trifoglio | 0.84* |
| | Liliaceae | Asparagus | Asparago selvatico | 0.86* |
| | Rosaceae | | Rosa | 0.99*** |
| **Dolce** | Aceraceae | Acer | Acero | 0.75* |
| | Liliaceae | Aspragus | Asparago selvatico | 0.80* |
| | Arecaceae | Camerops | | 0.87* |
| | Rosaceae | Prunus-Gr | Ciliegio, Albicocco | 0.87* |
| **Amaro** | Rhamnaceae | | | 0.83* |
| | Fagaceae | Castanea | Castagno | 0.88* |
| **Vegetale (odore)** | Simaroubaceae | Ailanthus | Ailanto | 0.82* |
| **Vegetale (aroma)** | Crucifarae | | Brassicacea | 0.79° |
| **Chimico (aroma)** | Vitaceae | Parthenocissus | | 0.74° |
| | Indicatori di melata | | | 0.80° |
| | Tiliaceae | Tilia | Tiglio | 0.80° |
| | Rhamnaceae | | | 0.82* |
| | Fagaceae | Castanea | Castagno | 0.99*** |
| **Animale (odore)** | Arecaceae | Camerops | | 0.77° |
| | Rosaceae | Prunus-Gr | Ciliegio, Albicocco | 0.77° |
| | Crucifarae | | Brassicacea | 0.79° |
| **Animale (aroma)** | Fabaceae | Trifolium repens-Gr | Trifoglio | 0.77° |
| | Scrophulariaceae | Verbascum | | 0.78° |
| | Simaroubaceae | Ailanthus | Ailanto | 0.91° |
| **Aromatico (odore)** | Indicatori di melata | | | 0.74° |
| | Tiliaceae | Tilia | Tiglio | 0.74° |
| | Rhamnaceae | | | 0.77° |
| | Fagaceae | Castanea | Castagno | 0.99*** |
| **Aromatico (aroma)** | Indicatori di melata | | | 0.74° |
| | Tiliaceae | Tilia | Tiglio | 0.74° |
| | Rhamnaceae | | | 0.77° |
| | Fagaceae | Castanea | Castagno | 0.99*** |
| **Caldo (odore)** | Simaroubaceae | Ailanthus | Ailanto | 0.75° |
| **Fruttato (odore)** | Asteraceae | T-form | Tarassaco | 0.75° |
| | Rosaceae | Malus/Pyrus-Gr | Melo, Pero | 0.81* |
| | Ericaceae | | Rododendro, Erica | 0.82* |
| **Fruttato (aroma)** | Arecaceae | Camerops | | 0.78* |
| | Rosaceae | Prunus-Gr | Ciliegio, Albicocco | 0.78* |
| | Liliaceae | Asparagus | Asparago selvatico | 0.85° |
| **Floreale (odore)** | Ranunculaceae | Clematis-Gr | Clematide | 0.77° |
| | Asteraceae | J-form | Fiordaliso | 0.89* |
| **Floreale (aroma)** | Ranunculaceae | Clematis-Gr | Clematide | 0.73° |
| | Salicaceae | Salix | Salice | 0.76° |
| | Asteraceae | J-form | Fiordaliso | 0.87* |

° = p<0.10; * = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001 Metodo: Correlazione di Spearman

# 5. DISSEMINAZIONE

E' stato predisposto uno spazio web dedicato al progetto ospitato all'interno del sito del laboratorio sensoriale FEM (https://sites.google.com/fmach.it/labsensoriale/attivit%C3%A0/progetti-attivi/biodimillefiori?authuser=3). Qui, oltre ad una descrizione del progetto e dei soggetti coinvolti, è stato predisposto un modulo/pagina per raccogliere le adesioni degli apicoltori, degli esperti in analisi sensoriale del miele e dei consumatori. Lo spazio web sarà successivamente usato per la disseminazione dei risultati.

Lo studio è stato presentato il 24 settembre 2021 in maniera divulgativa presso il Museo della Scienza di Trento durante l'evento "Sharper 2021 – La notte europea dei ricercatori". I risultati preliminari della ricerca sono stati presentati il 14 dicembre 2021 in evento on-line ospitato dall'Unità Qualità sensoriale della Fondazione Mach. Un focus sulla caratterizzazione sensoriale effettuata nel progetto, destinato agli esperti assaggiatori, è stata presentato presso un evento on-line promosso da Ambasciatori Mieli e in collaborazione con l'Albo (12 febbraio 2022). Un'illustrazione divulgativa del progetto è stata effettuata dal dott. Paolo Fontana (Unità Protezione delle Piante Agroforestali e Apicoltura - Fondazione Edmund Mach) durantela trasmissione GEO su Rai 3 (14 febbraio 2022). Un evento on-line conclusivo del progetto, destinata a tutti i soggetti che hanno partecipato alle attività e al pubblico generale, è stato organizzata e ospitata dal Centro Agricoltura Alimenti Ambiente (Università di Trento/Fondazione Mach) in collaborazione con la Fondazione Caritro (9 marzo 2022) (144 partecipanti iscritti). Il progetto è stato oggetto di un comunicato stampa dell'Università di Trento (https://pressroom.unitn.it/comunicato-stampa/millefiori-del-trentino-sfumature-di-gusto-da-scoprire). I risultati del progetto saranno inoltre presentati al VII Convegno Nazionale della Società Italiana di Scienze Sensoriali (27-29 aprile 2022).

# 6. BIBLIOGRAFIA

Adams, J., Williams, A., Lancaster, B., & Foley, M. (2007). Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. *7th Pangborn Sensory Science Symposium*. Minneapolis, USA, 12–16

Ares, G., Bruzzone, F., Vidal, L., Cadena, R.S., Giménez, A., Pineau, B., et al. (2014). Evaluation of a rating-based variant of Check-All-That-Apply questions: Rate-All-That-Apply (RATA), *Food Quality and Preference, 36*, 87-95

Biesmeijer, J.C., Roberts, S.P., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A.P., Potts S.G., Kleukers, R., Thomas, C.D., Settele, J. & Kunin, W.E. (2006). Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands, *Science, 21*, 313(5785), 351-354.

Camin, F., Nicolini, G. & Versini, G.(2002). Atti del convegno: "Il miele Trentino: quali specificità per una sua valorizzazione", Istituto Agrario di San Michele all'Adige, 17 maggio 2002.

Cardinale, B., Duffy, J., Gonzalez, A. et al. (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity, *Nature, 486*, 59–67.

Cosmina, M., Gallenti, G., Marangon, F., & Troiano, S. (2016). Attitudes towards honey among Italian consumers: A choice experiment approach*, Appetite, 106*, 110-116.

De la Rúa, P., Jaffé, R., Dall'Olio, R., Muñoz, I., Serrano, J. (2009). Biodiversity, conservation and current threats to
European honeybees, *Apidologie, 40*(3), 263-284.

FAO (2009) FAOSTAT http://faostat.fao.org

Hung, K.J., Kingston, J.M., Albrecht, M.,David A. Holway D.A., & Kohn, J.R (2018). The worldwide importance of honey bees as pollinators in natural habitats, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 285*, 1870.

ISMEA (2019) Il settore apistico nazionale Analisi di mercato e prime valutazioni sui danni economici per la campagna produttiva 2019.

ISMEA (2020) Tendenze Api e miele – Tendenze e dinamiche recenti (n°1/2020).

Jaeger, S.R., Roigard, C.M. & Chheang, S.L. (2021). The valence × arousal circumplex-inspired emotion questionnaire (CEQ): Effect of response format and question layout, *Food Quality and Preference, 90*, 104172.

Jara, L., Ruiz, C., Martín-Hernández, R., Muñoz, I., Higes, M., Serrano, J. & De la Rúa, P. (2021). The effect of migratory beekeeping onthe infestation rate of parasites in honey bee (Apis mellifera) colonies and on their genetic variability, *Microorganisms, 9*, 22.

Kortesniemi, M., Rosenvald, S., Laaksonen, O., Vanag, A., Ollikka, T., Vene, K. & Yang, B. (2018). Sensory and chemical profiles of Finnish honeys of different botanical origins and consumer preferences, *Food Chemistry, 246*, 351-359.

Kükrer, M., Kence, M. & Kence, A. (2021). Honey Bee Diversity Is Swayed by Migratory Beekeeping and Trade Despite Conservation Practices: Genetic Evidence for the Impact of Anthropogenic Factors on Population Structure, *Frontiers in Ecology and Evolution, 9*, 2021.

Marcazzan, G.L., Magli, M., Piana, L., Savino, A. & Stefano, M.A (2014). Sensory profile research on the main Italian typologies of monofloral honey: possible developments and applications, *Journal of Apicultural Research, 53*(4*)*, 426-437.

Marcazzan, G.L., Mucignat-Caretta, C., Marchese, C.M. & Piana, M.L. (2018). A review of methods for honey sensory analysis, *Journal of Apicultural Research, 57*(1), 75-87.

Moro, A., Beaurepaire, A., Dall'Olio, R., Rogenstein, S., Blacquière, T., Dahle, B., de Miranda, J.R., Dietemann, V., Locke, B., Licón Luna, R.M., Le Conte, Y. & Neumann, P. (2021). Using Citizen Science to Scout Honey Bee Colonies That Naturally Survive Varroa destructor Infestations, *Insects, 12*, 536.

Onwezen, M.C., Reinders, M.J., Verain, M.C.D. & Snoek, H.M. (2019). The development of a single-item Food Choice Questionnaire, *Food Quality and Preference, 71*, 34-45.

Persano Oddo, L., Sabatini, A.G., Accorti, M., Colombo, R., Marcazzan, G. L., Piana, M. L., Piazza, M.G.,& Pulcini P. (2000). I mieli uniflorali italiani. Nuove schede di caratterizzazione. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali

Pignagnoli, A., Pignedoli, S., Carpana, E., Costa, C. & Dal Prà, A. (2021). Carbon Footprint of Honey in Different Beekeeping Systems, *Sustainability, 13*, 11063.

Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A.,Jones, R., Neumann, P. & Settele, J. (2010). Declines of managed honey bees and beekeepers in Europe, *Journal of Apicultural Research, 49*(1), 15-22.

Simone-Finstrom, M., Li-Byarlay, H., Huang, M. et al. (2016). Migratory management and environmental conditions affect lifespan and oxidative stress in honey bees, *Scientific Reports, 6*, 32023.