

## Analisi Sensoriale

Gli **organi di senso** sono strutture fisiche presenti nei corpi degli esseri viventi che servono a ricevere informazioni dal mondo circostante.

**Stimolo**: agente o condizione capace di indurre un mutamento dello stato fisico-chimico o dell'attività della sostanza vivente; e per produrre l'effetto deve aver e un'intensità superiore a un valore minimo, detto **valore di soglia**.  
**Recettori**: cellule specializzate degli organi di senso in grado di interagire con gli stimoli e **tradurre** l'energia derivante da questa interazione in segnali elettrici che raggiungono il cervello.

La **sensazione** è l'informazione di base così come si presenta ai nostri sensi, mentre la **percezione** è il processo successivo che implica l'interpretazione e l'attribuzione di senso alle sensazioni.

Le sensazioni possono essere: - chimiche (olfatto e gusto)  
 - somestesiche (chemestesi, cinestesi e tatto)

La chemestesi è una sensazione indotta chimicamente che non attiva né recettori gustativi né olfattivi ma causa l'attivazione dei recettori sensibili agli stimoli fisici. Il nervo trigemino trasmette al cervello l'info circa lo stimolo potenzialmente doloroso.

**GUSTO**: è un senso di tipo chimico ed è stimolato dal contatto di una soluzione acquosa di composti chimici con i bottoni gustativi. I gusti fondamentali sono amaro, acido, dolce, salato e umami.

**OLFATTO**: è un senso di tipo chimico, consente di rilevare le molecole presenti nell'aria che possono giungere a contatto con i recettori per via orto nasale (narici) o retro nasale (bocca). I recettori olfattivi sono direttamente collegati al cervello.

La maggior parte dei recettori olfattivi esibisce una risposta a una vasta gamma di odoranti e si attiva una combinazione unica e caratteristica di recettori che interpretano un pattern e non un singolo odore.

**TATTO**: i recettori tattili rispondono a variazioni di temperatura e pressione e la percezione tattile in bocca viene definita mouthfeel.

**Sistema sensoriale**: processo multimodale nel quale le info acquisite vengono integrate fra loro.

### Modello a due step della percezione del flavour

**Step1**: fenomeni fisici, chimici e fisiologici

- cicli respiratori ed eventi ingestivi: trasferimento all'epitelio olfattivo delle molecole volatili (ritmica variazione della concentrazione)
- masticazione :modificazioni della struttura del cibo e rilascio degli stimoli
- aumento del flusso salivare :solubilizzazione e trasporto degli stimoli ai recettori (cambiamenti del contenuto di acqua)
- cambiamenti di temperatura:cambiamenti di stato; passaggio di fase
- movimenti della lingua:fenomeni di trasporto e diffusione degli stimoli verso i recettori

**Step2**:interazioni

- chimiche:modificazione strutturali, compositive, fisiche degli stimoli
- fisiologiche :competizione per uno stesso recettore; interferenze nel meccanismo di trasduzione degli stimoli
- PERCETTIVE: adattamento, soppressione, "release from suppression"
- COGNITIVE :enhancement /suppression (stimoli congrui/incongrui relativi a diverse modalità sensoriali)

**CARRY OVER**: L'intensità percepita dello stimolo aumenta a seguito di esposizioni ripetute Per es. specifiche sensazioni tattili (astringenza) e irritanti (piccante).

**Astringenza**: Sensazione tattile definita come aumento della secchezza e diminuzione della lubrificazione del cavo orale aumento dell'attrito fra le superfici del cavo orale.

## Errori psicologici

**Attese:** Condizionamento derivante dalle informazioni sui prodotti o sul progetto. Le informazioni (es. marca, composizione, tecnologia, conservazione particolare, ecc.) generano attese per specifiche proprietà sensoriali con conseguente condizionamento durante la valutazione dell'intensità di uno o più descrittori.

**Suggestione:** Le impressioni o le reazioni di un giudice possono influenzare le valutazioni di altri.

**Indulgenza:** i giudici tendono a modificare la loro capacità critica in base al rapporto positivo o negativo con il panel leader.

**Logica** Correlazione positiva tra le intensità di descrittori che appaiono "logicamente" correlati (es. al crescere del colore verde di un olio di oliva ci si aspetta che debba crescere l'intensità dell'odore di erba).

**Stimolo:** temperatura, taglio, porzioni differenti tendono a far variare le valutazioni tra i giudici.

**Posizione (primo ordine/primo campione):** La valutazione del primo campione di una serie condiziona quella del campione successivo: sistematicamente i punteggi diminuiscono, caso più frequente, o aumentano.

**Trasporto** La valutazione del campione che precede condiziona la valutazione del campione che segue.

**Contrasto e Convergenza** Negli studi che prevedono la valutazione di più campioni in successione, la presenza di un prodotto molto diverso dagli altri (per esempio un campione sperimentale in un set di prodotti commerciali) determina un'enfaticizzazione delle differenze per una o più caratteristiche tra il prodotto in questione e i rimanenti (Contrasto). Allo stesso tempo, le differenze tra i prodotti tra loro più simili tendono a ridursi (Convergenza).

**Tendenza centrale** I giudici tendono a utilizzare solo la parte centrale di una scala di misura. L'ampiezza della scala risulta quindi ridotta e diminuisce il potere discriminante.

**Alone:** La valutazione dell'intensità di alcuni descrittori tende ad aumentare quando il prodotto è chiaramente contraddistinto da una caratteristica considerata positiva. Detto effetto si evidenzia anche a carico di descrittori logicamente o fisiologicamente non correlati alla sensazione positiva, ma che concorrono a definire la prestazione positiva del prodotto.

**Prossimità:** Assegnazione di valutazioni simili per intensità a descrittori tra loro indipendenti ma collocati in serie nella scheda.

**Restrizione:** Non riportare nella scheda una sensazione chiaramente percepibile condiziona la valutazione dell'intensità di altri descrittori; estremo il caso di descrizione del profilo di un prodotto difettoso quando nella scheda il difetto non è riportato.

**RANDOMIZZAZIONE:** la codificazione dei campioni non deve indurre i giudici ad errori di valutazione e l'ordine di presentazione deve essere tale da avere con la stessa frequenza tutti i campioni in tutte le posizioni.

Formula campioni PARI: 0; 1; t-1; 2; t-2; 3; t-3; ...; t/2

Formula campioni DISPARI: 0; 1; t-1; 2; t-2; ...; (t-1)/2; (t+1)/2 → prima riga del primo quadrato  
la prima riga del secondo quadrato invece è al contrario.

Dopo aver codificato i campioni per evitarne l'identificazione si costruisce la Master card.

**Metodi Discriminanti:** Implicano una comparazione diretta tra i prodotti e sono pertanto molto sensibili nel rilevare differenze anche piccole. Prevedono la **SCELTA FORZATA**: i soggetti devono fornire comunque un responso anche casuale.

**Test triangolare:** si usa per determinare se c'è una differenza percepibile e il n° dei giudici è deciso in base al livello di sensibilità desiderato.

La sensibilità è determinata dai valori  $\alpha$ ,  $\beta$ , e  $pd$ .  $P_c$  è la probabilità di dare la risposta corretta. Se l'obiettivo della seduta è determinare che esiste una differenza il valore di  $\alpha$  sarà minore di quello di  $\beta$ .

Nel test triangolare abbiamo 3 campioni codificati, 2 uguali e 1 diverso.

**Confronto a coppie:** I giudici ricevono una coppia di campioni e si chiede loro di individuare il campione con la maggiore intensità percepibile di un determinato attributo. La probabilità di dare una risposta corretta per caso è pari al 50%. Il numero di giudici si sceglie in base al livello di sensibilità desiderato ( $\alpha$ ;  $\beta$ ;  $pd$ ). Le combinazioni possibili sono due: AB BA.

L'analisi dei dati prevede 2 casi :

**Test statistico unilaterale:** Si può prevedere a priori una differenza direzionale

**Test statistico bilaterale:** Non si può prevedere a priori una differenza direzionale (test di preferenza)

**Test Duo/Trio:** I giudici ricevono tre campioni, uno è identificato come R (Riferimento) e gli altri due sono identificati con codici numerici. Di questi uno è uguale al Riferimento. Ai giudici si chiede di identificare il campione uguale al Riferimento. La probabilità di dare una risposta corretta per caso è pari al 50%. La significatività dei dati si testa come nel caso del test di confronto a coppie unilaterale.

**Test di Ordinamento:** I soggetti ricevono 3 o più campioni codificati e si chiede loro di ordinarli in funzione dell'intensità crescente o decrescente di una determinata proprietà.

**Ipotesi nulla:** la preferenza per quattro prodotti (A,B;C;D) è equamente distribuita tra i consumatori:

$$H_0 : P_A = P_B = P_C = P_D = 0.25 \text{ (o } 1/4; \text{ o } 25\%)$$

**PA** rappresenta la proporzione della popolazione che si ipotizza preferisca il prodotto A (o B, C, D). Un'ipotesi alternativa (o di ricerca), cioè che i dati osservati nella popolazione deviano da quanto ipotizzato, implica che l'ipotesi nulla è falsa:

**H1: H0 è falsa**

**Analisi dei dati: Test di Friedman**

## OLIO D'OLIVA

Secondo le leggi europee un olio valutato da un panel composto da 8-12 assaggiatori viene classificato:

- ① "extra vergine" quando la mediana dei difetti è pari a 0 e la mediana del fruttato è superiore a 0
- ② "vergine" quando la mediana dei difetti è superiore a 0 e inferiore o pari a 3,5 e la mediana del fruttato è superiore a 0
- ③ "lampante" quando la mediana dei difetti è superiore a 3,5, oppure è inferiore o pari a 3,5 se la mediana del fruttato è pari a 0.

### Definizione dei difetti sensoriali negli oli vergini di oliva

**Riscaldamento-morchia:** flavor caratteristico dell'olio ottenuto da olive ammassate o conservate in condizioni tali da aver sofferto un avanzato grado di fermentazione anaerobica o dell'olio rimasto in contatto con i fanghi di decantazione, che hanno anch'essi subito un processo di fermentazione anaerobica, in depositi sotterranei e aerei.

**Muffa-umidità:** flavor caratteristico dell'olio ottenuto da frutti nei quali si sono sviluppati abbondanti funghi e lieviti per essere rimasti ammassati per molti giorni e in ambienti umidi.

**Avvinato-inacetito/Acido-agro:** flavor caratteristico di alcuni oli che ricorda quello del vino o dell'aceto. Esso è dovuto essenzialmente a un processo di fermentazione aerobica delle olive o dei resti di pasta di olive in fiscoli non lavati correttamente, che porta alla formazione di acido acetico, acetato di etile ed etanolo.

**Metallico:** flavor che ricorda il metallo. È caratteristico dell'olio mantenuto a lungo in contatto con superfici metalliche durante i procedimenti di macinatura, gramolatura, pressione o stoccaggio.

**Rancido:** flavor degli oli che hanno subito un processo ossidativo intenso.

**Cotto o stracotto:** flavor caratteristico dell'olio dovuto ad eccessivo e/o prolungato riscaldamento durante l'ottenimento, specialmente durante la termo-impastatura, se avviene in condizioni termiche inadatte.

**Fieno-legno:** flavor caratteristico di alcuni oli provenienti da olive secche.

**Grossolano:** sensazione orale/tattile densa e pastosa prodotta da alcuni oli vecchi.

**Lubrificanti:** flavor dell'olio che ricorda il gasolio, il grasso o l'olio minerale.

**Acqua di vegetazione:** flavor acquisito dall'olio a causa di un contatto prolungato con le acque di vegetazione che hanno subito un processo di fermentazione.

**Salamoia:** flavor dell'olio estratto da olive conservate in salamoia.

**Sparto:** flavor caratteristico dell'olio ottenuto da olive pressate in fiscoli nuovi di sparto. Esso può essere diverso se il fiscolo è fatto con sparto verde o con sparto secco.

**Terra:** flavor dell'olio ottenuto da olive raccolte con terra o infangate e non lavate.

**Verme:** flavour caratteristico di oli fatti con olive colpite da larva di mosca.

**Cetriolo:** olio che ha subito un condizionamento ermetico prolungato, specialmente in lattine, con formazione di 2-6 nonadienale.

**Legno umido:** flavour caratteristico di oli fatti con olive che hanno subito una gelata sull'albero.

Su richiesta, il capo panel può certificare che gli oli valutati corrispondono alle definizioni e agli intervalli relativi agli aggettivi di seguito elencati, in funzione dell'intensità e della percezione degli attributi.

**Attributi positivi** (fruttato, amaro e piccante): in funzione dell'intensità della percezione:

-Intenso, quando la mediana dell' attributo è superiore a 6

-Medio, quando la mediana dell'attributo è compresa tra 3 e 6

-Leggero, quando la mediana dell'attributo è inferiore a 3

**Fruttato:** Insieme delle sensazioni olfattive caratteristiche dell'olio, che dipendono dalla varietà delle olive, proveniente da frutti sani e freschi in cui non predominano né le olive verdi né quelle mature, percepito per via nasale o retro nasale.

**Fruttato verde:** Insieme delle sensazioni olfattive caratteristiche dell'olio, che dipende dalla varietà delle olive e ricorda i frutti verdi, proveniente da frutti verdi e sani, e percepito per via diretta e/o retro nasale.

**Fruttato maturo:** Insieme delle sensazioni olfattive caratteristiche dell'olio, che dipende dalla varietà delle olive e ricorda i frutti maturi, proveniente da frutti verdi e sani e freschi, verdi e maturi, e percepito per via diretta e/o retro nasale.

**Equilibrato:** Olio che non presenta squilibrio. Si intende per squilibrio la sensazione olfatto-gustativa e tattile dell'olio in cui la mediana dell'attributo amaro e/o piccante supera di due punti la mediana del fruttato.

**Olio dolce:** Olio in cui la mediana dell'amaro e del piccante è inferiore o uguale a 2.

## Analisi Descrittiva

I metodi analitici descrittivi sono utilizzati per descrivere le caratteristiche sensoriali percepite in un prodotto e impiegarle per quantificare le differenze tra diversi prodotti. Permettono, in altre parole, di rispondere alla domanda: "In che cosa consiste la differenza e quanto è grande?".

Tali metodi possono essere applicati per molteplici finalità, come:

- conoscere i cambiamenti di specifiche caratteristiche sensoriali dovuti a variazioni di ingredienti o di variabili di processo;
- identificare le caratteristiche sensoriali nel tempo e definire la conservabilità dei prodotti;
- effettuare l'esame di nuovi prodotti in relazione a un target definito (sviluppo di prodotti);
- valutare le relazioni tra descrittori sensoriali e caratteristiche strumentali, fisiche e chimiche;
- definire i limiti sensoriali per il monitoraggio della qualità e valutare il gradimento dei prodotti.

Oggi il profilo sensoriale (UNI EN ISO 13299: 2010) viene eseguito con l'impiego di 8-12 giudici addestrati che hanno seguito uno specifico percorso formativo (cfr. § 2.3), ai quali si domanda di rilevare e descrivere, in sedute collettive, gli aspetti sensoriali di un prodotto. Successivamente i giudici sono sottoposti alla valutazione individuale dell'intensità

di ogni descrittore assegnandovi un punteggio, in modo da ottenere una descrizione dettagliata del campione.

Si procede con una selezione preliminare dei candidati nella quale si valutano le attitudini e le capacità di ognuno di essi, in quanto il coordinatore responsabile dovrà scegliere gli individui migliori e più adatti a percepire, distinguere e misurare le caratteristiche sensoriali dei prodotti. È richiesto l'utilizzo di un panel di giudici addestrati, in grado di

descrivere le più sottili differenze tra i campioni minimizzando quelle individuali. Ovviamente più è grande il numero di giudici, minore è la possibilità che pochi di essi distorcano la media dei punteggi; inoltre, in fase di analisi dei risultati, si può non tenere conto dei soggetti meno attendibili.

È poi necessario fissare un incontro preliminare per spiegare in dettaglio le finalità del lavoro al gruppo di giudici. In tale sede è bene accertare che siano tutti abituali consumatori della categoria di prodotto da analizzare e registrare le loro abitudini alimentari utilizzando un questionario. Devono essere inoltre stabilite le modalità di comportamento che i giudici devono tenere prima e durante ogni singola seduta.

### Fase qualitativa

- Definizione del vocabolario comune dei descrittori sensoriali del prodotto in esame.

– Messa a punto degli standard di riferimento per ogni descrittore, corrispondenti ai valori minimo e massimo di intensità sulla scala di valutazione impiegata.

#### *Fase quantitativa*

- Valutazione dell'intensità di ogni descrittore del prodotto in esame.
- Elaborazione statistica e interpretazione dei risultati.

Nelle sedute iniziali (3 o 4) ai giudici viene presentata una serie di campioni rappresentativi che comprendono il prodotto di cui si deve mettere a punto il profilo e si chiede loro di evidenziare il maggior numero possibile di descrittori per identificare tutte le caratteristiche sensoriali percepite. Occorre stabilire l'ordine con il quale le diverse caratteristiche sensoriali vengono rilevate e l'ordine dei descrittori che le definiscono. Per indicare l'intensità dei descrittori in un dato prodotto si potranno utilizzare diversi tipi di scale: numeriche o semantiche, continue o discontinue, bilaterali o unilaterali.

Devono essere effettuate più valutazioni sui prodotti (almeno 3 repliche), se possibile in giorni diversi ma sempre alla stessa ora della giornata e preferibilmente in condizioni pre-prandiali. Inoltre, l'ordine di presentazione dei campioni deve essere randomizzato da giudice a giudice e seduta per seduta.

I punteggi forniti dai giudici per ciascun descrittore devono essere sottoposti a validazione statistica, ricorrendo all'analisi della varianza a tre fattori (giudici, prodotti, repliche di analisi) e con interazioni a due vie. Si procede quindi al confronto tra le medie tramite metodi dei confronti multipli, perché uno degli scopi dell'analisi è quello di identificare i prodotti significativamente diversi e raggrupparli omogeneamente. È bene poi che i dati medi dei descrittori ottenuti dall'analisi della varianza vengano sottoposti all'analisi delle componenti principali (PCA), al fine di interpretare ulteriormente le differenze sensoriali tra i campioni.

#### **La fase qualitativa**

La scelta dei termini rappresenta con ogni probabilità la fase più delicata ai fini dell'utilità e della completezza delle informazioni fornite dall'analisi. Naturalmente, ogni tipologia di prodotto richiede l'individuazione di uno specifico elenco di termini, considerando comunque che, almeno potenzialmente, tutte le modalità sensoriali potranno risultare coinvolte.

L'individuazione dei descrittori appropriati per definire compiutamente il profilo sensoriale di un prodotto avviene nel corso di sessioni collettive di lavoro dei giudici, coordinate dal *panel leader*. Il *panel leader* è infatti la persona che si occupa di dirigere le attività del panel, addestrando i soggetti al riconoscimento delle sensazioni e all'utilizzo di un linguaggio condiviso, e supervisionandone l'operato. L'obiettivo è quello di generare un elenco di descrittori completo, non ridondante e condiviso nell'interpretazione del significato dei termini utilizzati. Sebbene sia preferibile che il *panel leader* disponga di informazioni e conoscenze circa la natura e le caratteristiche della tipologia di prodotti da analizzare, non è opportuno che egli predefinisca a priori e "imponga" al panel una lista di descrittori. Questo non solo per evitare il rischio di omissioni, ma anche per far sì che la generazione dei termini si traduca in un'effettiva condivisione del loro significato. In quest'ottica, nella fase iniziale è preferibile presentare al panel due o più prodotti della stessa tipologia di quelli da analizzare, sollecitando i soggetti a descriverne le differenze sensoriali percepite. Ciò consente agli altri di confrontarsi in merito a tali differenze, di condividere il significato dei termini utilizzati per identificarle e quindi di uniformarsi sul lessico utilizzato.

In questa fase, il ruolo del *panel leader* è particolarmente rilevante: egli dovrà adoperarsi affinché la discussione non veda il prevalere "forzato" delle opinioni delle personalità più forti presenti nel gruppo, assicurandosi che nella descrizione non venga trascurata alcuna modalità sensoriale.

Nella scelta dei termini più appropriati si dovranno considerare alcuni criteri fondamentali. In primo luogo, un termine è tanto più utile quanto più è discriminante, ovvero concorre a dare conto delle differenze tra i prodotti in esame. È poi importante che i descrittori non siano ridondanti; per questo occorre che essi siano tra loro non correlati o lo siano il meno possibile, cioè che non condividano tutto o in parte il loro significato, pena il rischio di ottenere da più descrittori le stesse informazioni.

I descrittori scelti dovranno essere caratterizzati da un forte consenso fra i giudici in merito al loro significato, evitando peraltro l'impiego di termini ambigui.

Infine, è consigliabile definire un descrittore con un termine singolo anziché combinazioni di termini o termini che si riferiscono a un'integrazione di sensazioni diverse, che potrebbero creare difficoltà interpretative e d'azione in chi eventualmente dovesse riformulare il prodotto a seguito dei risultati dell'analisi.

Le sessioni di generazione e condivisione dei descrittori devono prevedere la definizione degli estremi delle scale di misura e la presentazione degli standard di riferimento, ovvero prodotti-campione o sostanze comunque utili sia a familiarizzare con i descrittori esemplificandone il significato, sia a fissarne le intensità

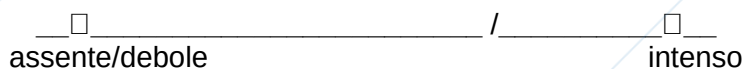
massime e minime. La scelta dei riferimenti richiede quindi grande attenzione da parte del *panel leader*. La loro modalità di preparazione e presentazione ai giudici deve essere standardizzata, così da assicurarne il più possibile la futura riproducibilità.

### La fase quantitativa

In questa fase il panel è chiamato a valutare l'intensità di ciascuno dei descrittori definiti nella precedente fase qualitativa. Si tratta di valutazioni che ogni giudice compie individualmente, preferibilmente in postazioni di lavoro appositamente allestite, esaminando uno per volta i prodotti in test, presentati secondo il disegno sperimentale definito dal *panel leader*.

Per le misure di intensità possono essere adottate diverse scale; le più frequentemente utilizzate sono due:

– **scala lineare continua**, con l'indicazione degli estremi (ancore):



il giudice traccia un segno di intersezione sulla scala (/), in corrispondenza del livello di intensità dello stimolo percepito nell'assaggio del prodotto; il segno verrà poi convertito in numero, sulla base della distanza dall'estremo sinistro.

– **scala di categorie** (verbale):

- estremamente forte
- molto forte
- forte
- moderato/forte
- moderato
- debole/moderato
- debole
- molto debole
- estremamente debole.

Il giudice seleziona la categoria che ritiene meglio descriva l'intensità dello stimolo percepito nell'assaggio del prodotto; per l'elaborazione, a ogni etichetta è poi associato un valore numerico da 1 (estremamente debole) a 9 (estremamente forte). La scala lineare continua è indicata soprattutto quando lo scopo dell'analisi è quello di evidenziare le differenze esistenti fra i prodotti in test. La scala di categorie si presta maggiormente a test ripetuti nel tempo, perché rende più solida la confrontabilità fra i risultati dei diversi test.

### LA QUALIFICAZIONE E L'ADDESTRAMENTO DEI GIUDICI

L'affidabilità e la validità dei dati sensoriali dipendono fortemente dalle caratteristiche dei giudici che compongono il panel. Per questo motivo è importante scegliere con molta attenzione le persone che ne fanno parte, investire tempo e risorse per addestrarle e verificarne costantemente le prestazioni. Occorre innanzi tutto decidere se reclutare i giudici all'interno della struttura dove operiamo o all'esterno. L'utilizzo di personale interno permette una gestione più semplice, una maggiore sensibilizzazione e regolarità dell'attività con il vantaggio di poter sfruttare nel tempo le competenze via via acquisite dai giudici. Per contro, può indurre polarizzazioni legate alla conoscenza dei prodotti valutati o, addirittura, al coinvolgimento nello sviluppo o produzione dei prodotti stessi. Il reclutamento di personale esterno non ha questi limiti, ma occorre attendersi un maggior numero di abbandoni e quindi ricambi più frequenti e, tipicamente, ha perciò costi maggiori. Indicativamente, il numero di candidati da valutare sarà circa il triplo del numero di giudici che comporranno il panel. Nel vaglio preliminare dei candidati vanno considerati alcuni aspetti generali. Particolare importanza va data all'interesse per l'attività proposta (persone curiose e motivate rendono l'addestramento più rapido ed efficace) e alla disponibilità di tempo, in quanto deve essere garantita la partecipazione ad almeno il 70-80% delle attività proposte. Altri aspetti da considerare sono lo stato generale di salute, in modo particolare la presenza di patologie che possano interferire nella percezione sensoriale, oppure di preconcetti, repulsioni o allergie per alcuni alimenti. Infine, anche alcuni tratti della personalità, come la capacità di comunicare e di lavorare in gruppo, sono importanti nella selezione di un panel descrittivo. Queste informazioni possono

essere raccolte attraverso un questionario o un colloquio e vanno trattate con attenzione alle normative sulla privacy, poiché sono potenzialmente legate a dati sensibili.

I candidati idonei saranno quindi esaminati per le loro abilità sensoriali attraverso dei semplici test di riconoscimento di stimoli sensoriali come i gusti base e alcuni odori comuni. Questi primi test, della durata complessiva di un paio d'ore, hanno l'obiettivo di escludere candidati con particolari problemi percettivi. I candidati che superano lo screening iniziale saranno sottoposti a un addestramento di base, finalizzato a sviluppare la loro abilità nel riconoscere, descrivere e quantificare le caratteristiche sensoriali e, nel contempo, ad approfondire fondamenti e modalità dell'analisi sensoriale.

In generale, metodi e stimoli vanno proposti con gradualità: prima semplici valutazioni qualitative per imparare a riconoscere stimoli singoli o in combinazione; poi, focalizzando l'attenzione sui descrittori più importanti, metodi discriminanti quali-quantitativi; infine, valutazione dell'intensità attraverso l'uso di scale. I campioni utilizzati per l'addestramento sono soluzioni acquose o sistemi modello preparati in laboratorio aggiungendo a diversi livelli di concentrazione le sostanze o i prodotti che conferiscono un particolare gusto/odore/flavour o altra sensazione.

Le intensità degli stimoli dovranno essere coerenti con la variabilità attesa per i prodotti reali. Saranno esaminati anche livelli vicini alla soglia di percezione e di discriminazione.

Per valutare le abilità descrittive dei giudici si può proporre una serie di prodotti che si differenziano per particolari caratteristiche sensoriali, chiedendo loro di descrivere le impressioni sensoriali. In questo caso, saranno valutate la correttezza, la pertinenza e l'eshaustività dei termini usati.

La durata di questo addestramento base varia indicativamente dalle 10 alle 40 ore, in funzione della complessità del prodotto.

### L'addestramento specifico per l'analisi descrittiva

I giudici selezionati saranno poi sottoposti a un training specifico per il prodotto da analizzare, diverso in funzione del metodo di analisi descrittiva scelto.

La fase dell'addestramento corrisponde, nel caso del metodo convenzionale, allo sviluppo del vocabolario e alla messa a punto delle procedure di analisi attraverso la scelta dei descrittori, della relativa modalità di valutazione e degli standard di riferimento. Si tratta di un passaggio fondamentale per definire un criterio di valutazione comune, per minimizzare l'inevitabile variabilità tra i giudici con diversa sensibilità e un diverso modo di esprimere e valutare una caratteristica sensoriale.

L'addestramento è guidato dal *panel leader*: si alternano momenti di lavoro in gruppo con la valutazione di campioni reali e standard di riferimento, seguiti dal confronto e dalla discussione tra i giudici, e momenti di valutazioni individuali durante i quali i giudici sono messi alla prova su campioni reali. I risultati conseguiti vengono presentati e

discussi sistematicamente con il panel al fine di mettere in evidenza sia le difficoltà, che potrebbero indicare la necessità di un ulteriore addestramento, sia il raggiungimento delle prestazioni desiderate.

Durante l'addestramento i giudici hanno inoltre modo di sviluppare la consapevolezza nelle proprie capacità e di aumentare la propria motivazione, fattori importanti ai fini dei risultati.

La durata dell'addestramento del panel varia in funzione del grado di approfondimento e della complessità della scheda descrittiva ed è compresa tipicamente fra le 10 e le 50 ore. Questi tempi possono però essere considerevolmente ridotti se i giudici hanno precedenti esperienze di analisi descrittiva, anche se su altri prodotti.

Sul set di dati così raccolti è possibile verificare le prestazioni dei singoli giudici in relazione a ogni descrittore, sulla base dei seguenti criteri di valutazione:

- **l'assonanza**, ovvero l'accordo con il panel nelle valutazioni degli stessi campioni (correlazione positiva);
- **la sensibilità**, ovvero la capacità individuale di discriminare tra campioni che presentano leggere differenze
- **la riproducibilità**, ovvero la capacità di replicare le proprie valutazioni sullo stesso prodotto in momenti diversi.

La corretta pianificazione di un esperimento richiede l'identificazione di tutte le possibili fonti di variazione e di come queste possono essere eliminate o controllate. Oltre alle varianti dei campioni da sottoporre a prova (es. produzione, conservazione, ecc.) esistono potenziali cause di variabilità, quali l'eterogeneità dei prodotti e le pratiche seguite nella loro preparazione e somministrazione, che vanno controllate attraverso appropriati disegni sperimentali.

### Cause di potenziale variabilità:

- Variabilità intrinseca ai prodotti
- Variabilità indotta dalla preparazione dei sub-campioni
- Variabilità indotta dalla sequenza dei sub-campioni

### Disegni di valutazione dei campioni

La variabilità dei dati può essere controllata attraverso un appropriato disegno sperimentale che tenga conto del numero di campioni, delle repliche e delle sessioni di test. Per replica si intende la valutazione ripetuta del prodotto. Può trattarsi di una seconda valutazione dello stesso prodotto, oppure di un nuovo campione del prodotto (es. nuova produzione/preparazione); nel primo caso la replica è usata al solo scopo di monitorare i giudici, mentre nel secondo la replica fa parte del disegno di campionamento e permette di controllare la variabilità del campione.

Per essere statisticamente efficace un disegno sperimentale dovrebbe prevedere che ogni campione:

- sia valutato lo stesso numero di volte;
- sia valutato da tutti i giudici almeno una volta;
- sia valutato in tutte le posizioni lo stesso numero di volte;
- sia preceduto da ogni altro campione lo stesso numero di volte.

### L'ANALISI DEI DATI

Il modello dell'analisi della varianza (ANOVA) è la procedura statistica più utilizzata per analizzare i responsi di un profilo descrittivo. Questa tecnica permette di stimare gli effetti dei fattori d'interesse su ciascun descrittore sensoriale.

Esistono differenti modelli di ANOVA a seconda della natura del problema che si vuole analizzare: qui accenneremo ai modelli a due o tre fattori o criteri di classificazione (*two-way ANOVA*, *three-way ANOVA*) per la verifica del panel e a un criterio di classificazione (*one-way ANOVA*) per l'analisi dei prodotti.

Prima di indagare e quantificare le differenze fra i prodotti è importante determinare l'affidabilità del panel verificando l'assonanza tra i giudici, l'abilità discriminante e la riproducibilità del panel. Per valutare l'assonanza si misura per ogni descrittore la relazione tra il singolo giudice e la media del panel con il coefficiente di correlazione: più il valore si avvicina a 1 più il giudice è consonante con il panel. Per valutare abilità discriminante e riproducibilità si utilizza la *three-way ANOVA* stimando per ogni descrittore sensoriale gli effetti dovuti al prodotto, al giudice, alla replica e alle loro interazioni di secondo grado, dove il giudice e le relative interazioni sono calcolati come effetti casuali. Con questo metodo è possibile individuare i descrittori poco importanti, ossia quelli per cui non ci sono effetti significativi per il prodotto e le relative interazioni. In questo caso si può affermare che il panel non è in grado di distinguere tra i prodotti per quel particolare descrittore. Se un descrittore non mostra effetti significativi per il giudice e le relative interazioni si può affermare che quel particolare descrittore è ben compreso e utilizzato in modo simile da tutti i giudici. Nonostante l'addestramento possa ridurre eventuali effetti significativi, è raro che non ci sia effetto del giudice viste le molteplici differenze individuali. Infine è importante verificare che il fattore replica e le relative interazioni siano non significativi per affermare che il panel ha una buona riproducibilità.

Una volta verificata l'affidabilità del panel è possibile effettuare l'analisi della varianza sui dati medi, individuando le caratteristiche sensoriali per cui i prodotti sono diversi o simili tra loro. In questo caso si analizzerà un modello che va a stimare il solo effetto del prodotto sul descrittore in esame (*one-way ANOVA*). Se evidenzia un effetto prodotto, l'analisi della varianza dimostra che tra i prodotti c'è differenza, anche se non specifica tra quali di essi sussista.

Questa valutazione può essere fatta con il calcolo delle medie accompagnate da una misura dell'incertezza statistica: tipicamente la deviazione standard, gli intervalli di confidenza o le barre d'errore di test a confronti multipli.

Il metodo tradizionale per rappresentare il profilo di diversi prodotti è lo *spider plot*, che permette un confronto visivo tra i diversi prodotti per tutti i descrittori.

Quando l'analisi della varianza a 3 fattori e due vie mette in evidenza delle discordanze tra i giudici o tra le repliche deve essere valutata la performance dei singoli giudici. Per ogni giudice occorre valutare:

- 1) la capacità di discriminare i campioni per ognuno degli attributi valutati
- 2) la capacità di essere riproducibile nelle repliche; essere capace di fornire per ogni attributo gli stessi punteggi agli stessi campioni nel corso delle repliche di valutazione
- 3) il livello di accordo tra i giudici.

La capacità discriminante e la riproducibilità per un determinato attributo possono essere valutate attraverso il computo, per ogni giudice, dell'analisi della varianza sui punteggi espressi per ogni prodotto nel corso delle repliche.

Ipotizzando che quattro prodotti (A, B, C, D) siano stati oggetto di analisi descrittiva da parte di un panel composto da 8-12 giudici (1, 2, 3, 4...12), per un singolo attributo i dati di intensità espressi da ogni giudice possono essere organizzati in tabella. Il blocco dei dati (4 prodotti x 3 repliche) di ogni singolo giudice è sottoposto all'ANOVA ad un Fattore (Campioni). Questa analisi fornirà un valore di F e di p associati alla sorgente di variabilità Campioni e alla varianza dell'Errore (MSe) detta anche Residua o "Varianza nei Gruppi":

-) Maggiore il valore di F maggiori saranno le differenze tra i campioni e minore sarà il valore di p.

-) Per  $p=0$  la significatività delle differenze tra le medie sarà del 100%, mentre per  $p=1$  la significatività sarà del 0%. Quindi i valori di p possono essere assunti come un indice della capacità discriminante di un singolo giudice per un determinato attributo tra un dato set di prodotti. Più i valori di p si avvicinano a 0 più il soggetto discrimina.

-) Il valore di MSe sarà pari a zero quando un dato giudice attribuisce ad ogni campione lo stesso punteggio nelle diverse repliche.

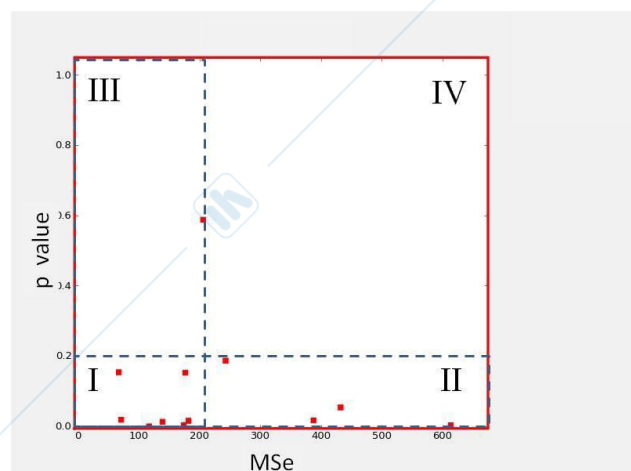
-) L'MSe sarà maggiore di 0 quando un determinato giudice esprime intensità diverse per lo stesso campione nelle diverse repliche. Il valore di MSe assume quindi il significato di un indice di riproducibilità del singolo giudice. Più un giudice è riproducibile più il suo valore di MSe tenderà a 0.

Per valutare contemporaneamente capacità discriminante e riproducibilità di un giudice basterà costruire un grafico (scatter-plot) p-MSe in cui i valori di p sono riportati in ordinata mentre in ascissa quelli di MSe.

Il grafico p-MSe è un utile strumento per verificare visivamente la performance individuale dei giudici per un determinato attributo. Su di esso infatti possono essere identificate quattro aree. La prima (I) è la zona dove cadono i soggetti che discriminano di più (p tende a 0) e sono più riproducibili (MSe tende a 0).

Nell'area II cadono i soggetti che pur avendo una buona capacità discriminante tendono ad essere poco riproducibili nelle diverse repliche e dunque necessitano di un più accurato addestramento nell'uso delle scale.

L'area III individua soggetti che discriminano poco mentre nell'area IV cadono soggetti che non discriminano e non sono riproducibili. Negli ultimi due casi un maggior addestramento o comunque un'attenta valutazione del comportamento di questi giudici è richiesto.



Il livello di accordo tra i giudici nell'utilizzare un determinato attributo per discriminare i campioni può essere esaminato oltre che a livello medio del panel, anche considerando le differenze individuali di valutazione dei singoli giudici. Allo scopo si ricorre ad un tipo particolare di Analisi delle Componenti Principali (PCA) detta Multi-Block e conosciuta anche come "Turker-1 method". Come per la PCA, il "Turker-1 method" consente di ottenere due tipi di grafici:

1. uno score plot che consente di stimare le similitudini e le differenze tra i prodotti in relazione alla loro posizione lungo la prima (da sinistra verso destra) e la seconda componente (dal basso verso l'alto)
2. il correlation loading plot che mostra l'uso di uno specifico attributo da parte di ogni giudice.

Lo score plot è il classico output della dell'Analisi delle Componenti Principali. Le differenze maggiori tra i campioni sono rappresentate dalle distanze lungo la prima componente (direzione da sinistra verso destra). La seconda dimensione (dal basso verso l'alto del plot) spiega un'ulteriore % di varianza totale e contribuisce a meglio differenziare i gruppi di campioni identificati lungo la prima dimensione. Il contributo degli attributi sensoriali alla definizione delle componenti principali è interpretabile attraverso il correlation loading plot. Nella PCA questo plot si ottiene in base alle medie degli attributi computate dai dati dell'intero panel. Nella multi-block PCA (Turket-1) il correlation loading plot è invece costruito in base alle valutazioni per singolo attributo effettuate dai singoli giudici ed è dunque utile per interpretare l'omogeneità dei componenti il panel nella valutazione dei diversi attributi.

Una volta validata la performance del panel, i dati dell'analisi sensoriale descrittiva quantitativa possono essere presentati in diverse forme:

- tabella
- grafico a barre
- grafico a ragnatela

Dall'interpretazione delle mappe è possibile:

- comparare un prodotto verso i competitors
- evidenziare le differenze dovute a materie prime, condizioni di processo ed alle miscele
- definire per quali attributi modificare un prodotto
- selezionare prodotti per studiarne la preferenza

## Metodi Alternativi

### Metodi descrittivi rapidi

- Free choice profiling
- Flash profile
- «Check-all-that apply»

### Metodi di similitudine

- Sorting
- Projective Mapping
- Similarity ratings

Nel campo dei metodi utili a "mappare" similitudini e differenze tra prodotti per le proprietà sensoriali, all'analisi descrittiva, metodo centrale e fondamentale, si sono affiancati metodi rapidi e meno costosi e pertanto utili per raggiungere importanti obiettivi in condizioni di limitate risorse economiche, disponibilità di tempo e quantità di campione. Questi metodi differiscono dall'analisi descrittiva convenzionale in quanto non richiedono una fase di generazione di un vocabolario descrittivo condiviso tra i componenti di un panel di valutazione e non prevedono una fase di calibrazione per la valutazione dell'intensità delle sensazioni che descrivono il profilo di una determinata tipologia di prodotto. Essi si basano su valutazioni individuali dei componenti del panel affidando al ricorso a metodi di analisi multivariata la ricerca di un consenso espresso sottoforma di mappa percettiva. I metodi rapidi si basano sulla valutazione "olistica" delle similitudini complessive tra i prodotti (ad esempio sorting e projective mapping o napping) oppure sulla valutazione di specifiche proprietà sensoriali, lasciando ad ogni componente del panel la libertà di utilizzare un proprio vocabolario descrittivo. Ovviamente i metodi rapidi sono applicabili per un numero di obiettivi limitato rispetto all'analisi descrittiva.

Nel **sorting** ai soggetti è chiesto di valutare il grado di similitudine complessivo tra un set di prodotti effettuando un raggruppamento dei campioni in più gruppi adottando ognuno il proprio criterio di differenziazione tra i gruppi. Semplicemente campioni simili devono essere messi nello stesso gruppo e campioni diversi in gruppi diversi. Per evitare risultati inutili ai soggetti è chiesto di organizzare almeno due gruppi. Il metodo prevede dunque che le differenze tra i prodotti siano valutate secondo un criterio scelto individualmente dai soggetti partecipanti al test e non prevede un approccio analitico, per singolo descrittore. Per questa ragione è lecito considerare il posizionamento un responso "olistico", cioè di sintesi. Per immediatezza e facilità di applicazione il sorting può essere considerato un test molto interessante. L'analisi dei dati prevede l'applicazione del Multidimensional Scaling MDS ad una matrice del tipo riportata in figura 1 e che riporta quante volte un campione è stato raggruppato con altri campioni.

Nell'applicazione del sorting si suggerisce di seguire le seguenti regole:

- definire l'obiettivo del test e selezionare un set di campioni appropriato
- dare ai soggetti istruzioni sui principi e le modalità da adottare
- effettuare il test con un numero di soggetti variabile tra 12 e 20 se si tratta di esperti o giudici addestrati; 30-60 se si tratta di consumatori. Il numero dei soggetti da coinvolgere può variare in base all'obiettivo, alla tipologia di prodotti, alla numerosità dei campioni.
- effettuare sempre un test pilota per verificare il numero di campioni (superiore a 7-8) che è possibile valutare senza generare affaticamento
- inserire sempre un campione duplicato nella serie
- prima di elaborare statisticamente i dati procedere ad un'ispezione visiva dei dati.

## Il projective map

Con il nome di "**projective map**" si intende un metodo di categorizzazione dei prodotti in base al quale è possibile stimare su una mappa percettiva le similitudini e le differenze tra una serie di prodotti. Esso è tecnicamente semplice e permette ai soggetti di esprimere le similitudini percepite attraverso il posizionamento dei campioni lungo le due dimensioni di un piano, in modo tale che i campioni lontani sono quelli percepiti come diversi, e quelli vicini, sono percepiti come simili.

Il trattamento statistico delle mappe individuali (2 coordinate per prodotto) attraverso metodi multivariati come l'analisi procastica generalizzata (GPA) o l'analisi delle componenti principali o l'analisi fattoriale multipla (MFA), consente di ottenere mappe di consenso complessive. Una volta completato il raggruppamento ai soggetti può essere richiesto di riportare accanto al posizionamento di ciascun gruppo di prodotti o singolo prodotto i termini che meglio ne descrivono le caratteristiche.

Queste informazioni possono essere opportunamente trasformate in dati quantitativi ed essere direttamente proiettate sulla mappa percettiva in un'analisi continua (MFA).

Il metodo prevede che le differenze tra i prodotti siano valutate secondo un criterio scelto individualmente dai soggetti partecipanti al test e non prevede un approccio analitico, per singolo descrittore. Per questa ragione è lecito considerare il posizionamento un responso "olistico", cioè di sintesi. Per immediatezza e facilità di applicazione il projective map può essere considerato un test molto interessante.

L'area di applicazione del Projective Map è la necessità di ottenere rapidamente un'idea delle similitudini e differenze tra un definito set di prodotti. Quindi si presta come strumento di screening prima di descrivere in dettaglio le differenze sensoriali tra i prodotti. Per questa ragione può trovare applicazione nelle fasi preliminari di sviluppo di prodotti o di analisi di prodotti concorrenti. Nell'applicazione del projective map si suggerisce di seguire le seguenti regole:

- definire l'obiettivo del test e selezionare un set di campioni appropriato
- dare ai soggetti istruzioni sui principi e le modalità da adottare:
- effettuare il test con un numero di soggetti variabile tra 12 e 20 se si tratta di esperti o giudici addestrati; 30-60 se si tratta di consumatori. Il numero dei soggetti da coinvolgere può variare in base all'obiettivo, alla tipologia di prodotti (più o meno complessi) alla numerosità dei campioni. (di questo sarà il caso discutere con più dettaglio)
- effettuare sempre un test pilota per verificare il numero di campioni (superiore a 7-8) che è possibile valutare senza generare affaticamento
- inserire sempre un campione duplicato nella serie per stimare sia a livello individuale che a livello di consenso la riproducibilità delle mappe. Inoltre nel condurre la GPA su questi tipi di dati effettuare sempre un permutation test per stimare la significatività della mappa di consenso e un'attenta valutazione del contributo della seconda dimensione della mappa nel discriminare i campioni.

## Metodi Dinamici (TDS e TI)

### TDS

Il consumo di un prodotto alimentare stimola contemporaneamente i diversi sistemi sensoriali generando fenomeni di esaltazione o soppressione di singole sensazioni condizionando la prevalenza (o dominanza) di una rispetto alle altre. Occorre inoltre considerare che il processo percettivo è un fenomeno dinamico. Infatti, è influenzato dalla modificazione sia qualitativa che quantitativa delle diverse sensazioni legata agli eventi relativi alla manipolazione del cibo in bocca. La trasformazione del cibo in bolo alimentare comporta variazioni di consistenza e di temperatura della matrice come pure di solubilità e volatilità delle diverse sostanze in grado di indurre le sensazioni olfattive, gustative e chemestetiche. Dunque, la percezione delle diverse sensazioni presenta una caratteristica evoluzione temporale.

Il "Temporal Dominance of Sensations" (TDS) è un metodo, sviluppato recentemente, che consente di descrivere, nel quadro delle sensazioni che caratterizzano un prodotto, la successione temporale della dominanza di una sensazione rispetto alle altre. Il metodo può essere considerato un'evoluzione del più noto "Time-Intensity" (TI) che considera l'aspetto dinamico dello sviluppo dell'intensità di un'unica sensazione per volta. Rispetto a quest'ultimo, il TDS consente invece di identificare, istante per istante, in un definito arco temporale, la sensazione dominante. Esso permette di valutare sia gli aspetti legati ai fenomeni di interazione fra le diverse sensazioni percepite contestualmente che la dinamica temporale della loro evoluzione. Il profilo percepibile di un prodotto è dunque descritto attraverso curve di frequenza di dominanza con cui per un tempo paragonabile a quello del reale consumo del prodotto, una sensazione è percepita come prevalente tra i soggetti che costituiscono il panel di valutazione.

interazione fra i diversi stimoli a generare l'intensità percepita delle diverse sensazioni non risponde all'aspetto dinamico del loro sviluppo. Il "Temporal Dominance of Sensations" (TDS) è un metodo, sviluppato recentemente, che consente di descrivere, nel quadro delle sensazioni che caratterizzano un prodotto, la successione temporale della dominanza di una sensazione rispetto alle altre. Il metodo può essere considerato un'evoluzione del più noto "Time-Intensity" (TI) che considera l'aspetto dinamico dello sviluppo dell'intensità di un'unica sensazione per volta. Rispetto a quest'ultimo, il TDS consente invece di identificare, istante per istante, in un definito arco temporale, la sensazione dominante. Esso permette di valutare sia gli aspetti legati ai fenomeni di interazione fra le diverse sensazioni percepite contestualmente che la dinamica temporale della loro evoluzione. Il profilo percepibile di un prodotto è dunque descritto attraverso curve di frequenza di dominanza con cui per un tempo paragonabile a quello del reale consumo del prodotto, una sensazione è percepita come prevalente tra i soggetti che costituiscono il panel di valutazione.

#### **Per quali prodotti è più adatto**

Il TDS è un metodo adatto a descrivere le interazioni sensoriali che si stabiliscono nelle matrici alimentari complesse e che danno origine a fenomeni di "soppressione" (singole caratteristiche gustative ed olfattive sono meno intense in una combinazione che non nelle singole matrici che le determinano), "adattamento" (la diminuzione della sensibilità dei soggetti ad una sensazione continuamente stimolata), "release from suppression" (fenomeno che implica la percezione di sensazioni che seguono l'adattamento per sensazioni dominanti) ed infine "esaltazione" di gusti indotta dalla percezione di odori congrui con i primi. Il metodo si presta in particolare a verificare l'effetto di modifiche di ingredienti nella formulazione dei prodotti, a valutare l'effetto di condizioni di processo su proprietà critiche per l'accettabilità o la qualità sensoriale dei prodotti, la shelf-life ed anche a studiare la prestazione della combinazione di più prodotti fra loro.

#### **Come vengono raccolti i dati**

L'applicazione del TDS richiede la disponibilità di un panel addestrato, composto da 10-12 giudici, tanto al metodo che al riconoscimento delle sensazioni che descrivono un prodotto. Esso pertanto richiede più fasi:

- 1) generazione/selezione degli attributi utili a descrivere l'evoluzione temporale del profilo di un prodotto.
- 2) Addestramento dei soggetti al metodo
- 3) Ottimizzazione della procedura di valutazione
- 4) Acquisizione dei dati
- 5) Analisi ed interpretazione dei risultati

I prodotti da valutare vengono presentati ai giudici in sequenza monadica associati ad una lista di attributi in numero generalmente compreso fra 4 e 10. Il numero limitato di attributi che è possibile valutare con questa

tecnica rende particolarmente delicata la fase di generazione e selezione degli attributi. Le criticità nell'acquisizione dei dati sono rappresentate dall'addestramento del panel che deve essere posto tecnicamente in grado di utilizzare il metodo dinamico di valutazione delle proprietà sensoriali dei prodotti oltre che essere opportunamente addestrato a riconoscere ed eventualmente valutare l'intensità delle sensazioni descritte dagli attributi.

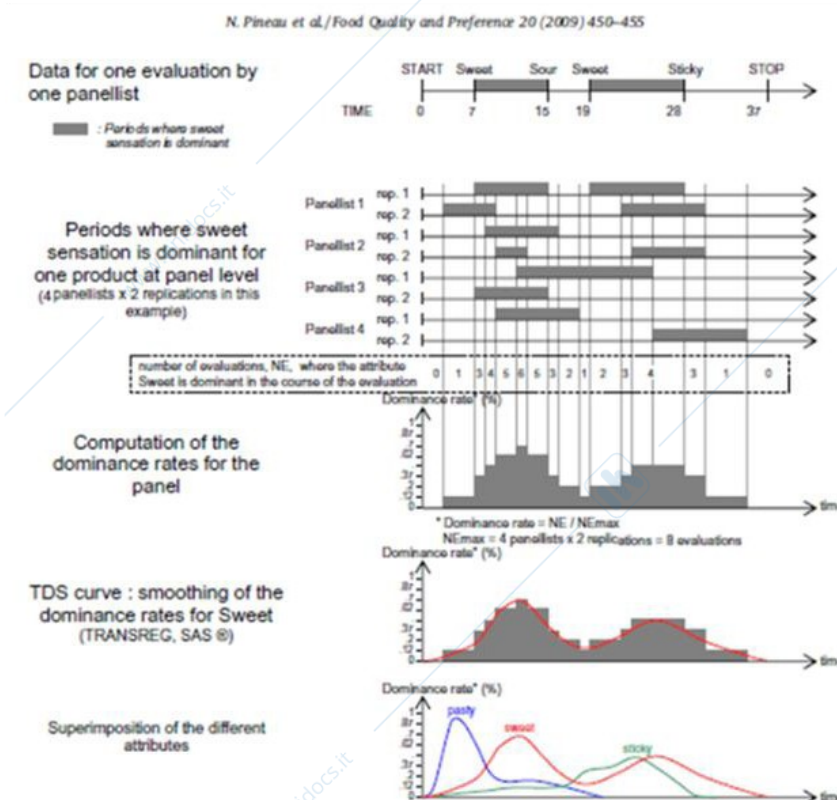
Il test è condotto con l'ausilio di un software di acquisizione dei dati. Nell'arco temporale della valutazione (variabile mediamente da 40 ai 120 secondi, in funzione del prodotto), i soggetti posti di fronte ad una lista di attributi, hanno il compito di selezionare l'attributo dominante, cioè quello di volta in volta considerato prevalente, non necessariamente il più intenso. I giudici vengono addestrati a non considerare necessariamente dominanti tutti gli attributi riportati nella lista e ad indicare anche più volte come dominante lo stesso attributo durante la valutazione. Gli attributi sono presentati in ordine randomizzato fra i giudici. La durata complessiva della valutazione può essere fissata dal panel leader, previo test pilota, ad un tempo congruo con il permanere della percezione delle sensazioni indotte dal prodotto oppure ciascun giudice può essere libero di porre termine alla valutazione quando ritiene di non percepire più alcuna sensazione. Insieme alla dominanza può anche essere valutata l'intensità della sensazione selezionata mediante l'utilizzo di una scala lineare posta in corrispondenza di ciascun attributo. Questa possibilità deve essere valutata molto attentamente ed in questi casi è opportuno ridurre la lista degli attributi ad un massimo di 4.

### L'acquisizione dei dati

Il software registra per ciascun giudice l'attributo selezionato come dominante. Questo consente di calcolare tra i giudici e le eventuali repliche, per ogni intervallo temporale considerato, la proporzione delle volte (frequenza % di dominanza o grado di dominanza) con cui ogni singolo attributo è stato considerato dominante rispetto al numero totale di osservazioni (numero dei giudici x il numero di repliche). E' così possibile ottenere delle distribuzioni frequenza che possono essere trasformate in curve di dominanza. Infine le curve relative a ciascun attributo possono essere sovrapposte ad ottenere l'insieme delle curve di dominanza che descrivono le proprietà sensoriali di un prodotto.

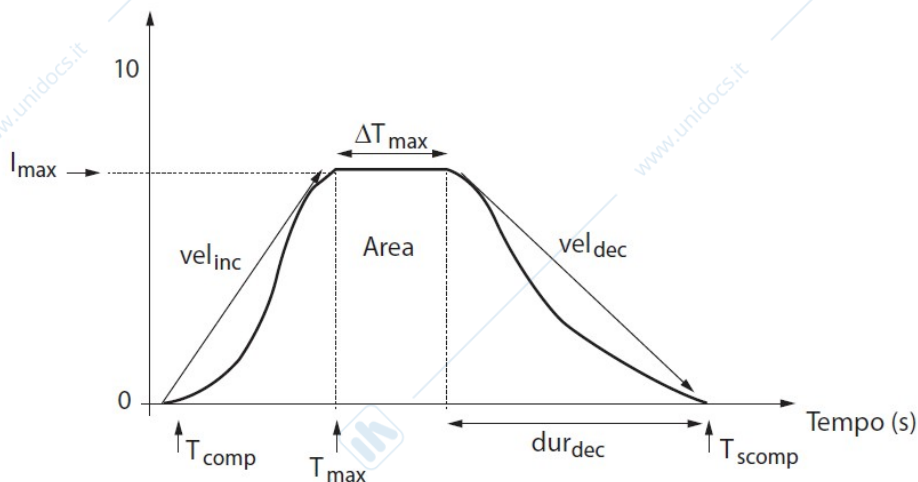
In base al numero degli attributi che vengono valutati da ciascun giudice è possibile calcolare un livello minimo di grado di dominanza superiore alla soglia del caso così come una soglia di significatività del 95%. In definitiva l'evoluzione della dominanza di una sensazione può essere interpretata in relazione a diversi parametri:

- 1) Grado di dominanza, ovvero il livello di accordo tra i componenti del panel nel ritenere una sensazione come dominante in un preciso momento della valutazione.
  - 2) Tempo di massima dominanza
  - 3) Durata della dominanza (tempo complessivo tra i diversi giudici per cui un attributo è stato valutato come dominante).
- Questi parametri possono essere messi in relazione ai responsi di gradimento espressi dai consumatori utilizzando tecniche multivariate come le mappe di preferenza. Il TDS è un metodo potenzialmente in grado di fornire informazioni utili ad interpretare la performance di un prodotto in condizioni più vicine a quelle del consumo reale del prodotto rispetto ad altre tecniche descrittive. Lo studio della dominanza delle proprietà sensoriali di un prodotto è essenziale nei prodotti complessi per i quali l'evoluzione temporale di alcuni attributi chiave risulta critica per l'accettabilità o la riconoscibilità dei prodotti. Il metodo è particolarmente appropriato per nei processi di innovazione ed ottimizzazione di delle prestazioni sensoriali dei prodotti.



## TI

Un'estensione dei metodi sensoriali che fanno uso di scale è rappresentata dal profilo Intensità-Tempo (metodo *Time Intensity*), una valutazione dell'intensità dei descrittori nel tempo, che comprende spesso la misura del grado di cambiamento e della durata. Tale metodologia permette di valutare, attimo per attimo, la variazione dell'intensità dei descrittori sensoriali di un determinato prodotto. La percezione di odore, gusto, flavour e consistenza, infatti, non è un fenomeno statico bensì dinamico, e la sua modificazione nel tempo è dovuta al fatto che i vari meccanismi e i passaggi connessi alla masticazione e alla deglutizione possono modificare il segnale percepito dai diversi recettori. Pertanto, si richiede ai giudici di misurare la persistenza di ogni descrittore quantificandone l'intensità al variare del tempo. La registrazione, attraverso una scala ancorata agli estremi, ha inizio nel momento in cui i giudici ingeriscono il campione e termina quando la sensazione è svanita, e richiede tempi di analisi piuttosto lunghi. Si ottiene una curva di intensità-tempo da cui è possibile estrapolare una serie di parametri, tra i quali il tempo di comparsa ( $T_{comparsa}$ ) e scomparsa della sensazione ( $T_{scomparsa}$ ), la massima intensità percepita ( $I_{max}$ ) nonché il tempo impiegato per raggiungerla ( $T_{max}$ ), e altri parametri.



Il metodo *Time-Intensity*, tuttavia, non considera la multidimensionalità della percezione nel tempo. La registrazione continua dei cambiamenti temporali nella percezione di un singolo descrittore induce un effetto alone, per cui si ha una sovrapposizione dei descrittori percepiti inizialmente con quelli che si stanno valutando in quel preciso momento.

## Test Edonistici

### Target noto di soggetti

*interesse al responso medio*

Comparazione con il prodotto leader

Verifica della performance di un prodotto rispetto ai concorrenti

Effetto di modifiche nella formulazione e nel processo

### Ottimizzazione di prodotto

*interesse alle differenze individuali tra i soggetti*

Individuazione dei driver sensoriali legati all'accettabilità di prodotti appartenenti ad un definito segmento di mercato

### Differenziazione di prodotto

*interesse alle differenze individuali tra i soggetti*

Identificazione della prestazione di un prodotto con un definito profilo sensoriale in relazione a specifici cluster di soggetti

### Innovazione di prodotto

*interesse alle differenze individuali tra i soggetti*

Studio dell'accettabilità di definiti prodotti per definiti segmenti di soggetti

Il numero minimo di consumatori per l'elaborazione e l'interpretazione statistica dei dati è 60

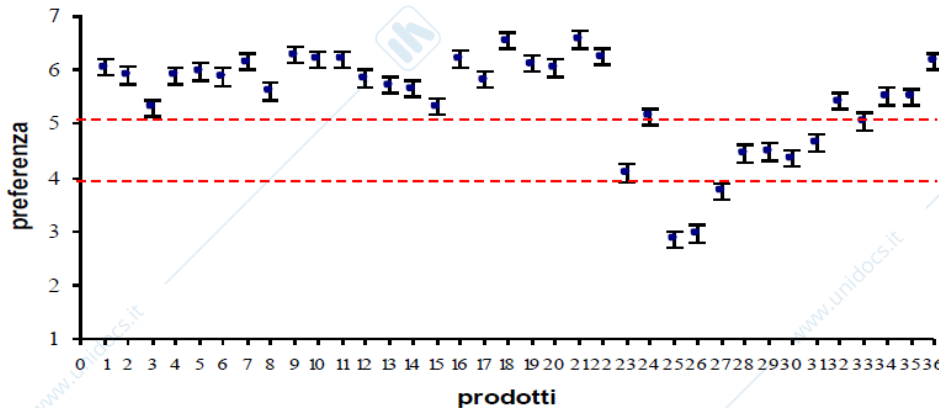
**Criteri di selezione dei soggetti**

- età e sesso
- livello di istruzione
- reddito
- abitudini di acquisto
- composizione del nucleo familiare
- Frequenza di consumo (una volta all'anno o meno; meno di una volta al mese; 1 – 3 volte al mese; una volta per settimana; 2-4 volte per settimana; ogni giorno; più di una volta al giorno).
- Familiarità (per niente; estremamente)

**Luoghi per la conduzione dei test:**

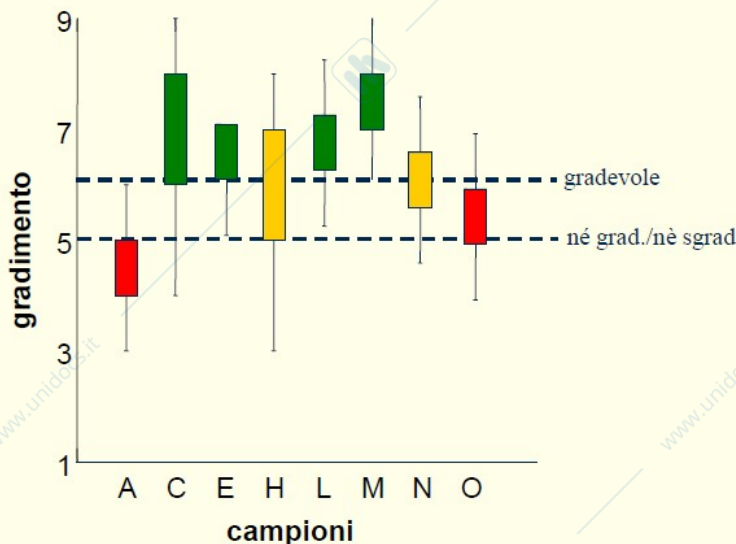
- laboratorio mobile: piccoli laboratori organizzati in veicoli su strada che possono essere portati in luoghi predeterminati quali aziende o parcheggi di supermercati;
- Posizione centrale: affitto di sale situate in posizioni adatte al reclutamento dei consumatori
- Ambiente domestico: test sono condotti in condizioni di consumo abituale del prodotto. Sono necessarie grandi quantità di campione Non è possibile alcuna forma di controllo La variabilità nella preparazione o uso del prodotto può influenzare i responsi.

**Rappresentazione della media e dell'errore standard dei punteggi medi di preferenza**



SEM. L'errore standard della media è il rapporto tra la deviazione standard e la radice quadrata del numero delle osservazioni.

**Distribuzione percentuale dei giudizi di gradimento espressi da 200 soggetti per 8 prodotti (oli extravergine di oliva)**



### Student's t-Test

By William Sealy Gosset (1876-1937) – Guinness Brewery, Dublin.

Che cosa è un t-test?

E' un test statistico definito per verificare se due medie sono significativamente diverse.

In quali condizioni può essere applicato?

Quando i dati sono espressi su scale ad intervalli o di rapporto ed i campioni sono estratti da una popolazione per la quale la distribuzione del dato risulta normale.

Su cosa si basa?

Nello stabilire se la differenza tra le medie di due campioni indica che questi campioni appartengono a popolazioni diverse ( $H_0$  rigettata) o, al contrario, la differenza è dovuta solo al caso ( $H_0$  accettata) ed i campioni appartengono alla stessa popolazione.

### Student's t-Test

By William Sealy Gosset (1876-1937) – Guinness Brewery, Dublin.

Quanti sono i t-test?

**Paired t-test:** differenze tra medie calcolate in base a responsi espressi per due campioni dagli stessi soggetti.

**Unpaired t-test:** differenze tra medie calcolate in base a responsi espressi da soggetti diversi per due campioni.

**One-sample t-test:** differenza tra una media calcolata ed una già nota della stessa popolazione.

### Student's t-Test

By William Sealy Gosset (1876-1937) – Guinness Brewery, Dublin.

**One-sample t-test:** differenza tra una media calcolata ed una già nota della stessa popolazione.

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S_{\bar{X}}}$$

$\bar{X}$  = mean of the sample (calcolata in base alle osservazioni)

$\mu$  = mean of the population (valore noto)

$S_{\bar{X}}$  = estimate from the sample of the standard error of the mean.

$$S_{\bar{X}} = S/\sqrt{N}$$

L'errore standard può essere stimato dalla deviazione standard S associata al computo della media  $\bar{X}$  fratto la radice quadrata del numero delle osservazioni

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{N}}$$

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{N}}$$

Più grande è la differenza tra  $\bar{X}$  e  $\mu$ , maggiore è il valore di  $t$

**Paired t-test:** differenze tra medie calcolate in base a risposte espressi dagli stessi soggetti per due campioni.

Se le due medie appartengono alla stessa popolazione la loro differenza tenderà a 0; lo scopo, in questo caso, è stimare se la differenza è significativamente diversa da 0.

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{N}}$$



$$t = \frac{\bar{d}}{S/\sqrt{N}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{N}}{N-1}}$$

**Unpaired t-test:** differenze tra medie calcolate in base a risposte espressi da soggetti diversi per due campioni.

$$t = \frac{\text{difference between means}}{\text{standard error of difference}}$$

$$= \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\text{standard error of difference}}$$

$$t = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) \sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 - 2)}{N_1 + N_2}}}{\sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N_1}}{N_1} + \frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N_2}}{N_2}}}$$

In this case,

$$df = N_1 + N_2 - 2$$

## Minima distanza significativa (LSD)

$$\text{LSD}_{95\%} = t_{df \text{ errore}} \sqrt{2MS/n}$$

Valore tabulato  $\rightarrow$   $t_{df \text{ errore}}$

$\sqrt{2MS/n}$   $\leftarrow$  MS associato all'errore

$\sqrt{2MS/n}$   $\leftarrow$  Numero di osservazioni per ogni valore medio