

# Principali test di analisi sensoriale

Le informazioni riguardanti le caratteristiche sensoriali dei prodotti alimentari vengono ottenute mediante specifiche metodologie (test).

Nella classificazione dei test sensoriali si distinguono due categorie:

- **test analitici** (o di laboratorio);
- **test affettivi**.

I **test analitici** possono essere divisi in tre gruppi:

- **test discriminanti qualitativi**: stabiliscono se esiste una differenza sensoriale statisticamente significativa tra i campioni;
- **test discriminanti quali-quantitativi**: utilizzano scale e categorie per stimare l'ordine o l'importanza delle differenze o le categorie o le classi nelle quali i campioni devono essere riportati;
- **test descrittivi**: definiscono e quantificano l'intensità di specifici attributi (descrittori) che sono in grado di fornire il profilo sensoriale di un prodotto alimentare.

I **test affettivi** sono destinati ai consumatori, poichè la sensazione personale del degustatore verso il prodotto determina e condiziona la sua risposta (accettabilità, preferenza, edonistici).

Nella pratica la scelta del test da utilizzare è subordinata alla valutazione di diversi fattori:

- natura del problema, cioè quale informazione si vuole ottenere;
- livello di significatività richiesto;
- tipologia e numero dei campioni;
- disponibilità, numero e grado di esperienza degli assaggiatori;
- tempo e disponibilità economiche di cui si può usufruire.

TEST DI LABORATORIO		
<b>TEST DISCRIMINANTI QUALITATIVI</b>  - Confronto a coppie - Test duo-trio - Test triangolare - Test due su cinque	<b>TEST DISCRIMINANTI QUALI-QUALITATIVI</b>  <u>Metodi con scala:</u> - Test di ordinamento - Test di classificazione - Test di punteggio	<b>TEST DESCRITTIVI</b>  - QDA - Flavour Profile - Texture Profile
TEST PER CONSUMATORI		
- Test di accettabilità - Test di preferenza - Test edonistici		

## **Tipi di problemi che si possono incontrare nelle valutazioni sensoriali**

### Problemi da risolvere

Se l'obiettivo è la messa a punto di un nuovo prodotto e/o il confronto con l'esistente potrebbe esserci la necessità di rispondere alle seguenti domande:

- Qual'è il prodotto ideale?
- Quali sono le variabili chiave che meglio interpretano le aspettative del consumatore?
- Quali sono le variabili sensoriali più significative e rappresentative del prodotto leader?
- Quali sono le differenze tra il prodotto in esame e quelli della concorrenza?

### Metodi da applicare

Discriminanti e descrittivi

## Problemi da risolvere

Per la riformulazione di prodotto potrebbe esserci la necessità di rispondere alle seguenti domande:

- Un cambiamento di ingredienti, di variabili tecnologiche di produzione o di confezionamento, quanto modifica le caratteristiche sensoriali del prodotto?
- Può questa variazione provocare una differenza significativa tra il vecchio e il nuovo prodotto?
- Fino a che punto è possibile apportare modifiche al prodotto senza influenzarne negativamente l'accettabilità da parte del consumatore?

## Metodi da applicare

Discriminanti e affettivi

## Problemi da risolvere

Se l'obiettivo è valutare la conservabilità di un prodotto nel tempo, potrebbe esserci la necessità di rispondere alle seguenti domande:

- Qual'è la reale vita commerciale del prodotto?
- Fino a quando può rimanere in commercio senza che le sue caratteristiche sensoriali varino in maniera percepibile?
- La qualità sensoriale del prodotto al momento del consumo corrisponde a quella del prodotto all'uscita dall'azienda?

## Metodi da applicare

Discriminanti e descrittivi

## Problemi da risolvere

Per il controllo di conformità del prodotto alle specifiche potrebbe esserci la necessità di rispondere alle seguenti domande:

- Esiste una differenza significativa tra il prodotto in esame (nuova produzione) e lo standard (prodotto ideale)?
- Sono rilevabili difetti imputabili per esempio a errori di lavorazione o ad inquinamenti?

## Metodi da applicare

Discriminanti e descrittivi

## Problemi da risolvere

Se l'obiettivo è la valutazione del grado di preferenza-accettabilità del prodotto, potrebbe esserci la necessità di rispondere alle seguenti domande:

- Quali sono le attese del consumatore nei confronti del prodotto?
- Qual è il prodotto maggiormente preferito?
- Quanto sono gradite le sue caratteristiche visive, olfattive, gustative, di consistenza, di comodità d'uso ecc.?

## Metodi da applicare

Affettivi

# Test discriminanti qualitativi

## Test di differenza

**Il test di differenza mira a stabilire se esistono tra due o più prodotti delle differenze percepibili.**

L'utilizzo di tali tipi di test è molto frequente sia nella ricerca sia nella produzione grazie alla:

- **applicabilità del metodo;**
- **rapidità con cui si ottengono le informazioni;**
- **attendibilità dei risultati.**

I test discriminanti, inoltre rappresentano un'essenziale fase preliminare quando si vuole stabilire, attraverso l'analisi descrittiva, in che cosa consistano le differenze tra due o più prodotti o ancora quando si vogliono compiere degli studi di preferenza.

I quattro test discriminanti più importanti sono:

- 1) confronto a coppie;**
- 2) triangolare;**
- 3) duo-trio;**
- 4) due su cinque.**

Tutti sono formulati per rispondere alla domanda:

**“Ci sono differenze tra i campioni?”**

Per i test del confronto a coppia e triangolare si può chiedere di rispondere anche alla seguente domanda:

**“I campioni sono simili?”**

## **Test di confronto a coppie (UNI ISO 5495, 2001)**

Il test di confronto a coppie è basato sulla presentazione dei campioni a coppie (presentazione bilanciata: AB e BA) per il loro confronto e rilevare se c'è differenza statisticamente significativa.

Possibile applicazione:

- Sono stati adottati dei cambiamenti nelle condizioni operative del processo di produzione, ma non se ne conosce l'influenza sulle caratteristiche del prodotto
- Stabilire preferenze
- Selezione ed allenamento dei giudici

Ad ogni giudice è chiesto di rispondere alle domande:

- **Ci sono delle differenze?**
- **Qual è il campione più (dolce, amaro, salato, ecc.) in ciascuna coppia di campioni?**
- **I campioni sono simili?**

**Confronto a coppie unilaterale:** la differenza fra i due campioni esiste ed è predefinita e se ne vuole valutare l'evidenza o la capacità degli assaggiatori di individuarla

Es.: 2 campioni con  $\neq$  dolcezza o (amaro, salato, ecc.)

Si domanda: qual'è il più dolce?

**Confronto a coppie bilaterale:** pur esistendo una differenza, più o meno predefinita, non esiste una risposta “giusta”, perché la domanda può dipendere anche da altri fattori (es. quale preferisci?).

Es.: 2 campioni con  $\neq$  dolcezza o (amaro, salato, ecc.)

Si domanda: quale preferisci?

In entrambi a casi il test può essere o no a “risposta forzata” cioè l'assaggiatore è obbligato comunque a dare una risposta, anche nel caso in cui non percepisca differenze o non preferisca alcuno dei due campioni.

La presentazione del test prevede la codificazione dei campioni A e B con numeri a tre cifre, e la loro presentazione bilanciata in modo tale che la metà del panel abbia la combinazione AB e metà BA.

### Numero di giudici da impiegare:

Viene stabilito in base al grado di sensibilità che si vuole dare al test.

La sensibilità dipende sempre dai 3 termini:

- rischio  $\alpha$ : è la probabilità di concludere che esiste una differenza percepibile quando in realtà non c'è (errore statistico di I specie);
- rischio  $\beta$ : è la probabilità di concludere che non esiste una differenza percepibile quando in realtà c'è (errore statistico di II specie);
- $p_d$ : è la proporzione dell'intera popolazione di assaggiatori che distinguono i 2 prodotti.

Per il test di confronto a coppie, la probabilità di avere una risposta corretta ( $p_c$ ) è data da:

$$p_c = 1 \times p_d + 1/2 (1 - p_d)$$

Probabilità che la risposta corretta sia stata data a caso = 50%.

Prima di effettuare la seduta di assaggio si devono selezionare i valori di  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $pd$  in base ai seguenti criteri:

- un rischio  $\alpha$ : del 10-5% indica in modo leggermente evidente, del 5-1% indica in modo moderatamente evidente, dell'1-0,1% indica in modo evidente, inferiore allo 0,1% indica in modo fortemente evidente che esiste una differenza;
- stesso criterio per i rischi  $\beta$ , sostituendo al termine *non esiste* una differenza al posto di *esiste* una differenza;
- la massima proporzione di soggetti che distinguono i due prodotti,  $pd$ , ricade in questi 3 intervalli:  $pd < 25\%$  rappresenta un valore ridotto;  $25\% < pd < 35\%$  rappresenta un valore medio;  $pd > 35\%$  rappresenta un valore elevato.

Dopo aver definito il livello richiesto di sensibilità del metodo, per determinare il numero di assaggiatori necessari si fa riferimento alla tabella 5.5 se il test è unilaterale, oppure utilizzare la tabella 5.6 se il test è bilaterale.

## Tabella 5.5

Tabella 5.5 - Numero di giudici necessari per il metodo del confronto a coppie (unilaterale)

$\alpha$		$\beta$					
		0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
0.20	$p_d = 50\%$	10	12	19	26	39	58
0.10		14	19	26	33	48	70
0.05		18	23	33	42	58	82
0.01		33	40	50	59	80	107
0.001		51	61	71	83	107	140
0.20	$p_d = 40\%$	12	19	30	39	60	94
0.10		21	28	39	53	79	113
0.05		30	37	53	67	93	132
0.01		52	64	80	96	130	174
0.001		81	95	117	135	176	228
0.20	$p_d = 30\%$	21	32	49	68	110	166
0.10		37	53	72	96	145	208
0.05		53	69	93	119	173	243
0.01		89	112	143	174	235	319
0.001		144	172	210	246	318	412
0.20	$p_d = 20\%$	49	77	112	158	253	384
0.10		85	115	168	214	322	471
0.05		119	158	213	268	392	554
0.01		207	252	325	391	535	726
0.001		327	386	479	556	731	944
0.20	$p_d = 10\%$	193	294	451	618	1006	1555
0.10		337	461	658	861	1310	1905
0.05		475	620	866	1092	1583	2237
0.01		820	1007	1301	1582	2170	2927
0.001		1309	1551	1908	2248	2937	3812

## Tabella 5.6

Tabella 5.6 - Numero di giudici necessari per il metodo del confronto a coppie (bilaterale)

$\alpha$		$\beta$					
		0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
0.20	$p_d = 50\%$	14	19	26	33	48	70
0.10		18	23	33	42	58	82
0.05		25	30	42	49	67	92
0.01		39	44	57	66	87	117
0.001		58	66	78	90	117	149
0.20	$p_d = 40\%$	21	28	39	53	79	113
0.10		30	37	53	67	93	132
0.05		40	49	65	79	110	149
0.01		59	73	92	108	144	191
0.001		90	102	126	147	188	240
0.20	$p_d = 30\%$	37	53	72	96	145	208
0.10		53	69	93	119	173	243
0.05		67	90	114	145	199	276
0.01		108	131	164	195	261	345
0.001		161	188	229	267	342	440
0.20	$p_d = 20\%$	85	115	168	214	322	471
0.10		119	158	213	268	392	554
0.05		158	199	263	327	455	635
0.01		241	291	373	446	596	796
0.001		364	425	520	604	781	1010
0.20	$p_d = 10\%$	337	461	658	861	1310	1905
0.10		475	620	866	1092	1583	2237
0.05		620	801	1055	1302	1833	2544
0.01		963	1167	1493	1782	2408	3203
0.001		1461	1707	2094	2440	3152	4063

Per la scelta del numero di giudici da utilizzare valgono le considerazioni già ri-

Il numero degli assaggiatori è determinato da:

- durata dell'esperimento;
- numero di assaggiatori a disposizione;
- quantità di prodotto.

Aumentando il numero degli assaggiatori aumenta la rilevabilità (probabilità di rilevare piccole proporzioni di individui che distinguono).

Pertanto, si dovrebbe utilizzare un numero più grande di assaggiatori quando lo scopo è dimostrare che i prodotti sono simili rispetto a quando si cerca di dimostrare che i prodotti sono diversi.

Nel caso del test del confronto a coppie, se l'obiettivo è dimostrare una differenza, è consigliabile impiegare un gruppo composto da 30 a 32 soggetti; se invece si vuole dimostrare una similitudine, a parità del livello di sensibilità, si consiglia di raddoppiare il numero dei partecipanti.

Per la valutazione si devono presentare in sequenza o simultaneamente i due campioni A e B costituenti la coppia. L'ordine di presentazione deve essere bilanciata in modo che le combinazioni AB e BA appaiano uno stesso numero di volte e che siano assegnate casualmente tra i giudici.

Nel caso si abbia un panel non allenato, i giudici devono essere istruiti su come devono procedere per eseguire il test:

- Valutare l'aspetto del campione, l'odore e poi il gusto
- Eliminare il campione e risciacquare la bocca dopo ogni valutazione
- Valutare un campione alla volta evitando di tornare indietro, perché ciò è molto spesso causa di confusione
- Fornire una risposta anche se non si è in grado di identificare una differenza
- Non esitare a scrivere commenti sulla scheda.

È importante non informare i membri del panel circa il problema che ha reso necessario l'analisi per non condizionare le risposte.

Solo al termine della seduta si può mettere al corrente del motivo per il quale il test è stato realizzato, sulla natura delle differenze tra i campioni e dell'esattezza delle risposte.

Una volta concluso il test, si raccolgono le schede e a seconda di come è stato impostato, si procede al conteggio delle risposte fornite.

Per l'elaborazione dei risultati si calcola la somma delle risposte a favore di ciascun campione e si determina la significatività facendo riferimento alle tabelle statistiche per i test di differenza unilaterale e bilaterale (5.7 e 5.8) e di similitudine (5.9).

#### Metodo di differenza:

- a) Test unilaterale: si calcola il totale del numero di risposte esatte e lo si confronta con i dati della tabella 5.7. Se tale valore è maggiore o uguale al numero riportato in tabella (in funzione del numero dei giudici  $n$  e il livello di rischio a scelti) si può concludere che esiste una differenza percepibile tra i campioni:
- b) Test bilaterale: si calcola il totale delle risposte, sia esatte che errate, e si confronta la più alta delle due somme con i dati riportati in tabella 5.8. Se tale valore è maggiore o uguale al numero riportato in tabella (in funzione del numero dei giudici  $n$  e il livello di rischio a scelti) si può concludere che esiste una differenza percepibile tra i campioni.

### Metodo di similitudine:

- a) Test unilaterale: si calcola il totale del numero di risposte esatte e lo si confronta con i dati della tabella 5.9. Se tale valore è minore o uguale al numero riportato in tabella (in funzione del numero dei giudici  $n$ , del livello di rischio  $\beta$  e del valore di  $pd$  scelti) si può concludere che non esiste una differenza significativa tra i campioni:
- b) Test bilaterale: si calcola il totale delle risposte, sia esatte che errate, e si confronta la più alta delle due somme con i dati riportati in tabella 5.9. Se tale valore è minore o uguale al numero riportato in tabella (in funzione del numero dei giudici  $n$ , del livello di rischio  $\beta$  e del valore  $pd$  scelti) si può concludere che non esiste una differenza significativa tra i campioni.

## Tabella 5.7

Tabella 5.7 - Numero minimo necessario di risposte esatte per concludere che esiste una differenza percepibile tra i campioni (test unilaterale  $p = 1/2$ ).

n	$\alpha$					
	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
10	7	7	8	9	10	10
11	7	8	9	9	10	11
12	8	8	9	10	11	12
13	8	9	10	10	12	13
14	9	10	10	11	12	13
15	10	10	11	12	13	14
16	10	11	12	12	14	15
17	11	11	12	13	14	16
18	11	12	13	13	15	16
19	12	12	13	14	15	17
20	12	13	14	15	16	18
21	13	13	14	15	17	18
22	13	14	15	16	17	19
23	14	15	16	16	18	20
24	14	15	16	17	19	20
25	15	16	17	18	19	21
26	15	16	18	18	20	22
27	16	17	18	19	20	22
28	16	17	19	19	21	23
29	17	18	19	20	22	24
30	17	18	20	20	22	24
31	18	19	20	21	23	25
32	18	19	21	22	24	26
33	19	20	21	22	24	26
34	20	20	22	23	25	27
35	20	21	22	23	25	27
36	21	22	23	24	26	28
40	23	24	25	26	28	31
44	25	26	27	28	31	33
48	27	28	29	31	33	36
52	29	30	32	33	35	38
56	31	32	34	35	38	40
60	33	34	36	37	40	43
64	35	36	38	40	42	45
68	37	38	40	42	45	48
72	39	41	42	44	47	50
76	41	43	45	46	49	52
80	43	45	47	48	51	55
84	45	47	49	51	54	57
88	47	49	51	53	56	59
92	50	51	53	55	58	62
96	52	53	55	57	60	64
100	54	55	57	59	63	66
104	56	57	60	61	65	69
108	58	59	62	64	67	71
112	60	61	64	66	69	73
116	62	64	66	68	71	76
122	65	67	69	71	75	79
140	74	76	79	81	85	89

Per i valori di n non riportati nel prospetto calcolare i valori mancanti nel modo seguente: numero minimo di risposte  $x =$  numero approssimato per eccesso al più vicino numero intero maggiore di  $x = (n + 1)/2 + z \cdot \sqrt{0.25n}$ , dove z varia con il livello di significatività come segue: 0.84 per  $\alpha = 0.20$ ; 1.28 per  $\alpha = 0.10$ ; 1.64 per  $\alpha = 0.05$ ; 2.33 per  $\alpha = 0.01$ ; 3.10 per  $\alpha = 0.001$ .

## Tabella 5.8

**Tabella 5.8** - Numero minimo necessario di risposte esatte per concludere che esiste una differenza percepibile tra i campioni (test bilaterale,  $p = 1/2$ )

n	$\alpha$					
	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
10	8	8	9	9	10	-
11	8	9	9	10	11	11
12	9	9	10	10	11	12
13	9	10	10	11	12	13
14	10	10	11	12	13	14
15	11	11	12	12	13	14
16	11	12	12	13	14	15
17	12	12	13	13	15	16
18	12	13	13	14	15	17
19	13	13	14	15	16	17
20	13	14	15	15	17	18
21	14	14	15	16	17	19
22	14	15	16	17	18	19
23	15	16	16	17	19	20
24	16	16	17	18	19	21
25	16	17	18	18	20	21
26	17	17	18	19	20	22
27	17	18	19	20	21	23
28	18	18	19	20	22	23
29	18	19	20	21	22	24
30	19	20	20	21	23	25
31	19	20	21	22	24	25
32	20	21	22	23	24	26
33	20	21	22	23	25	27
34	21	22	23	24	25	27
35	22	22	23	24	26	28
36	22	23	24	25	27	29
40	24	25	26	27	29	31
44	26	27	28	29	31	34
48	29	29	31	32	34	36
52	31	32	33	34	36	39
56	33	34	35	36	39	41
60	35	36	37	39	41	44
64	37	38	40	41	43	46
68	39	40	42	43	46	48
72	41	42	44	45	48	51
76	44	45	46	48	50	53
80	46	47	48	50	52	56
84	48	49	51	52	55	58
88	50	51	53	54	57	60
92	52	53	55	56	59	63
96	54	55	57	59	62	65
100	56	57	59	61	64	67
104	58	60	61	63	66	70
108	60	62	64	65	68	72
112	62	64	66	67	71	74
116	65	66	68	70	73	77
122	68	69	71	73	76	80
140	77	79	81	83	86	90

Per i valori di  $n$  non riportati nel prospetto calcolare i valori mancanti nel modo seguente: numero minimo di risposte  $x =$  numero approssimato per eccesso al più vicino numero intero maggiore di  $x = (n + 1)/2 + z \cdot \sqrt{0.25n}$ , dove  $z$  varia con il livello di significatività come segue: 1.28 per  $\alpha = 0.20$ ; 1.64 per  $\alpha = 0.10$ ; 1.96 per  $\alpha = 0.05$ ; 2.58 per  $\alpha = 0.01$ ; 3.29 per  $\alpha = 0.001$ .

## Tabella 5.9

**Tabella 5.9** - Numero massimo necessario di risposte esatte per concludere che esiste una similitudine tra i due campioni

n	$\beta$	$p_d$				n	$\beta$	$p_d$			
		20%	30%	40%	50%			20%	30%	40%	50%
48	0.001	-	-	-	25	90	0.001	-	-	48	53
	0.01	-	-	25	28		0.01	-	47	52	57
	0.05	-	25	27	30		0.05	45	50	55	60
	0.10	-	26	28	31		0.10	47	52	56	61
	0.20	25	27	30	33		0.20	49	54	58	63
54	0.001	-	-	-	29	96	0.001	-	-	52	57
	0.01	-	-	29	32		0.01	-	50	56	61
	0.05	-	28	31	34		0.05	49	54	59	64
	0.10	27	30	32	35		0.10	50	55	60	66
	0.20	28	31	34	37		0.20	53	58	62	68
60	0.001	-	-	-	33	102	0.001	-	-	55	61
	0.01	-	-	33	36		0.01	-	54	59	65
	0.05	-	32	35	38		0.05	52	57	63	68
	0.10	30	33	36	40		0.10	54	59	64	70
	0.20	32	35	38	41		0.20	56	61	67	72
66	0.001	-	-	-	37	108	0.001	-	54	59	65
	0.01	-	33	36	40		0.01	-	57	63	69
	0.05	-	35	39	43		0.05	55	61	67	72
	0.10	34	37	40	44		0.10	57	63	68	74
	0.20	35	39	42	46		0.20	60	65	71	76
72	0.001	-	-	37	40	120	0.001	-	61	67	73
	0.01	-	36	40	44		0.01	-	65	71	78
	0.05	-	39	43	47		0.05	62	68	75	81
	0.10	37	41	44	48		0.10	64	70	77	83
	0.20	39	42	46	50		0.20	67	73	79	85
78	0.001	-	-	40	44	132	0.001	-	67	74	81
	0.01	-	40	44	48		0.01	65	72	79	86
	0.05	39	43	47	51		0.05	69	76	83	90
	0.10	40	44	48	53		0.10	71	78	85	92
	0.20	42	46	50	54		0.20	73	80	87	94
84	0.001	-	-	44	48						
	0.01	-	43	48	53						
	0.05	42	46	51	55						
	0.10	44	48	52	57						
	0.20	46	50	54	59						

## Test triangolare (UNI U590A2520, 2001)

Il test triangolare è il più usato fra tutti i test discriminanti.

Esso fornisce informazioni solo sulla presenza o meno di determinate differenze e non sulla loro qualità o quantità ed è pertanto un metodo adatto quando si suppone che ci siano delle differenze, ma queste non sono notevoli e non se ne conosce la loro natura.

Questo test è particolarmente adatto quando si dispone di un numero limitato di persone e non ci sono problemi di affaticamento sensoriale, dato che può comportare maggiore fatica sensoriale rispetto all'esame per comparazione a coppie nel caso in cui si debbano valutare campioni con un odore e/o sapore pronunciati.

Tale metodo è efficace per:

- a) Determinare se esiste una differenza percepibile tra due prodotti;
- b) Determinare se non si nota alcuna differenza in seguito a un cambiamento degli ingredienti, del tipo di confezione, del processo di lavorazione o delle condizioni di stoccaggio;
- c) Selezionare, addestrare e mantenere allenati gli assaggiatori.

### Numero di giudici da impiegare:

Il numero di assaggiatori viene scelto in base al livello di sensibilità desiderata per il metodo. La sensibilità del metodo è definita rigorosamente in termini statistici dai valori di  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $pd$  scelti.

Il metodo in sé non cambia se lo scopo è quello di determinare che i due prodotti vengano percepiti come diversi oppure come uguali, cambiano soltanto i valori di  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $pd$  scelti.

In generale, se l'obiettivo della seduta è determinare che esista una differenza statisticamente significativa tra i prodotti, il valore scelto per  $\alpha$  sarà minore del valore scelto per  $\beta$  e viceversa.

La probabilità di una risposta corretta,  $p_c$ , viene calcolata in base all'equazione:

$$p_c = 1 \times p_d + 1/3 (1 - p_d)$$

Dopo aver definito il livello richiesto di sensibilità del metodo, per determinare il numero di assaggiatori necessari si fa riferimento alla tabella 5.1.

## Tabella 5.1

Tabella 5.1 - Numero di giudici necessari per il metodo triangolare

$\alpha$		$\beta$					
		0,30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
0.20	$p_d = 50\%$	7	7	12	16	25	36
0.10		8	12	15	20	30	43
0.05		11	16	20	23	35	48
0.01		19	25	30	35	47	62
0.001		30	36	43	48	62	81
0.20	$p_d = 40\%$	7	12	17	25	36	55
0.10		15	17	25	30	46	67
0.05		16	23	30	40	57	79
0.01		30	35	47	56	76	102
0.001		48	55	68	76	102	130
0.20	$p_d = 30\%$	17	20	28	39	64	97
0.10		20	30	43	54	81	119
0.05		30	40	53	66	98	136
0.01		52	62	82	97	131	181
0.001		81	93	120	138	181	233
0.20	$p_d = 20\%$	28	39	64	86	140	212
0.10		46	62	89	119	178	260
0.05		66	87	117	147	213	305
0.01		110	136	176	211	292	397
0.001		176	207	257	302	396	513
0.20	$p_d = 10\%$	103	149	238	325	529	819
0.10		175	240	348	457	683	1011
0.05		249	325	447	572	828	1181
0.01		425	525	680	824	1132	1539
0.001		681	803	996	1165	1530	1992

Ad ogni membro del panel vengono presentati tre campioni codificati diversamente, di cui due identici e uno diverso. L'assaggiatore deve identificare il campione differente, e anche se non è in grado di farlo, deve comunque dare una risposta (scelta forzata).

Vista l'impostazione del test, la preparazione consiste nel distribuire i due campioni da confrontare **A** e **B** secondo uno schema per cui le possibili combinazioni:

**BAA ABA AAB ABB BAB BBA**

Vengono equamente ripartite all'interno del panel, in modo tale che alcuni ricevano due contenitori con il campione **A** e un contenitore con il campione **B**, e gli altri ricevano due contenitori con il campione **B** ed uno con il campione **A**. Per questo tipo di schema il numero di giudici deve essere necessariamente un multiplo di sei.

I tre campioni vengono presentati accompagnati da una scheda nella quale vengono fornite le istruzioni per l'esecuzione del test, e sono indicati secondo la sequenza di assaggio, i numeri di codice dei campioni da esaminare.

I dati vengono raccolti in una scheda generale dove sono riportati accanto al numero di set, il corrispondente ordine di presentazione dei campioni e i relativi codici, la risposta fornita da ciascun giudice, quella esatta e il totale delle risposte giuste.

Per l'analisi dei risultati occorre utilizzare la tabella 5.3, nel caso in cui si voglia stabilire l'esistenza di una differenza significativa tra i due prodotti e la tabella 5.4, nel caso in cui si voglia stabilire l'esistenza di una similitudine.

Se il numero di risposte esatte è maggiore o uguale al numero riportato nella tabella 5.4 si può concludere che esiste una differenza significativa tra i campioni; viceversa, se è minore si deve concludere che i due campioni sono sufficientemente simili.

## Tabella 5.3

Tabella 5.3 - Numero minimo necessario di risposte esatte per concludere che esiste una differenza significativa (unilaterale,  $p = 1/3$ ).

n	$\alpha$					
	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
6	4	4	5	5	6	—
7	4	4	5	5	6	7
8	4	5	5	6	7	8
9	5	5	6	6	7	8
10	5	6	6	7	8	9
11	5	6	7	7	8	10
12	6	6	7	8	9	10
13	6	7	8	8	9	11
14	7	7	8	9	10	11
15	7	8	8	9	10	12
16	7	8	9	9	11	12
17	8	8	9	10	11	13
18	8	9	10	10	12	13
19	8	9	10	11	12	14
20	9	9	10	11	13	14
21	9	10	11	12	13	15
22	9	10	11	12	14	15
23	10	11	12	12	14	16
24	10	11	12	13	15	16
25	11	11	12	13	15	17
26	11	12	13	14	15	17
27	11	12	13	14	16	18
28	12	12	14	15	16	18
29	12	13	14	15	17	19
30	12	13	14	15	17	19
31	13	14	15	16	18	20
32	13	14	15	16	18	20
33	13	14	15	17	18	21
34	14	15	16	17	19	21
35	14	15	16	17	19	22
36	14	15	17	18	20	22
42	17	18	19	20	22	25
48	19	20	21	22	25	27
54	21	22	23	25	27	30
60	23	24	26	27	30	33
66	25	26	28	29	32	35
72	27	28	30	32	34	38
78	29	30	32	34	37	40
84	31	33	35	36	39	43
90	33	35	37	38	42	45
96	35	37	39	41	44	48
102	37	39	41	43	46	50
150	54	56	58	61	65	69

Per i valori di n non riportati nel prospetto calcolare i valori mancanti nel modo seguente: numero minimo di risposte  $x =$  numero approssimato per eccesso al più vicino numero intero maggiore di  $x = n/3 + z \cdot \sqrt{2n/9}$ , dove z varia con il livello di significatività come segue: 0.84 per  $\alpha = 0.20$ ; 1.28 per  $\alpha = 0.10$ ; 1.64 per  $\alpha = 0.05$ ; 2.33 per  $\alpha = 0.01$ ; 3.10 per  $\alpha = 0.001$ .

## Tabella 5.4

Tabella 5.4 - Numero massimo necessario di risposte esatte per concludere che esiste una similitudine

n	$\beta$	$p_d$				n	$\beta$	$p_d$			
		20%	30%	40%	50%			20%	30%	40%	50%
48	0.001	-	-	17	21	78	0.001	-	27	32	38
	0.01	-	17	20	23		0.01	-	30	36	41
	0.05	16	19	22	26		0.05	28	33	39	44
	0.10	17	20	23	27		0.10	30	35	40	46
	0.20	18	22	25	28		0.20	32	37	42	48
54	0.001	-	-	20	24	84	0.001	-	30	35	41
	0.01	-	19	23	27		0.01	28	33	39	45
	0.05	18	22	25	29		0.05	31	36	42	48
	0.10	20	23	27	31		0.10	32	38	44	49
	0.20	21	25	28	32		0.20	34	40	46	51
60	0.001	-	-	23	27	90	0.001	-	32	38	45
	0.01	-	22	26	30		0.01	30	36	42	48
	0.05	21	25	29	33		0.05	33	39	45	52
	0.10	22	26	30	34		0.10	35	41	47	53
	0.20	24	28	32	34		0.20	37	43	49	55
66	0.001	-	22	26	31	96	0.001	-	35	42	48
	0.01	-	25	29	34		0.01	33	39	45	52
	0.05	23	28	32	37		0.05	36	42	49	55
	0.10	25	29	33	38		0.10	38	44	50	57
	0.20	26	31	35	40		0.20	40	46	53	59
72	0.001	-	24	29	34	102	0.001	-	38	45	52
	0.01	-	28	32	38		0.01	35	42	49	56
	0.05	26	30	35	40		0.05	38	45	52	59
	0.10	27	32	37	42		0.10	40	47	54	61
	0.20	29	34	39	44		0.20	42	49	56	63

## **Test duo-trio (ISO/WD 10399, 1998)**

Il test Duo-Trio è un test di discriminazione con analogie sia con il confronto a coppie sia con il test triangolare ed è un test che viene preferibilmente usato quando è nota la natura della differenza e se ne vuole stabilire il potenziale di percezione.

Ogni membro del panel riceve un campione di riferimento identificato con la lettera R e una coppia (o più coppie) di campioni da valutare. Ogni coppia contiene un campione uguale a quello di riferimento e uno diverso in ordine casuale.

Le domande poste ad ogni assaggiatore possono essere:

- **Qual è il campione diverso in ogni coppia?**
- **Quale campione della coppia è identico a quello di riferimento?**

Poiché il Duo-Trio richiede un numero di assaggi inferiore rispetto al test triangolare è usato con campioni che hanno un gusto pungente o piccante o retrogusto persistente (l'amaro della birra).

Il numero di assaggiatori da utilizzare viene scelto in base al livello di sensibilità desiderata per il metodo, utilizzando la tabella 5.5 del metodo del confronto a coppie (unilaterale).

Se l'obiettivo è dimostrare una differenza, è consigliabile impiegare un gruppo composto da 32-36 soggetti; se invece si vuole dimostrare una similitudine, a parità di livello di sensibilità del metodo, si consiglia di raddoppiare il numero dei partecipanti.

Per l'elaborazione statistica dei dati si può consultare la stessa tabella usata per il confronto a coppie unilaterale, perché anche in questo caso la probabilità di individuare per caso il campione uguale a quello di riferimento è del 50%.

## Test del due su cinque (ISO/WD 6558, 2001)

Si utilizza questo metodo quando l'obiettivo è determinare se c'è una differenza sensoriale fra due campioni e in particolare quando è disponibile un basso numero di giudici, in quanto generalmente se ne impiegano da 10 a 20.

Questo metodo viene utilizzato per:

- a) Determinare se esiste una differenza tra due prodotti derivante da un cambio di ingredienti, di processo o delle modalità di conservazione;
- b) Determinare se esistono delle differenze, anche quando non sono specificati gli attributi;
- c) La selezione dei giudici e per verificare la loro abilità a rilevare delle differenze.

In questo metodo, il numero di campioni presentati all'assaggiatore è aumentato fino a 5 in tutte le sequenze possibili:

<b>AAABB</b>	<b>AABAB</b>	<b>ABAAB</b>	<b>BAAAB</b>
<b>AABBA</b>	<b>ABABA</b>	<b>BAABA</b>	<b>ABBAA</b>
<b>BABAA</b>	<b>BBAAA</b>	<b>BBBAA</b>	<b>BBABA</b>
<b>BABBA</b>	<b>ABBBA</b>	<b>BBAAB</b>	<b>BABAB</b>
<b>ABBAB</b>	<b>BAABB</b>	<b>ABABB</b>	<b>AABBB</b>

Si chiede di assaggiare ogni prodotto (da sinistra a destra) e di identificare i due campioni che sono diversi dagli altri tre.

Si tratta di un metodo statisticamente molto efficiente, poiché la possibilità di riconoscere 2 campioni su 5 è di  $1/10$ , in confronto a  $1/3$  del metodo triangolare.

Viene impiegato principalmente nelle valutazioni visive, uditive e tattili, poiché l'assaggio di 5 campioni in sequenza può generare affaticamento sensoriale.

Se il numero delle risposte corrette è maggiore o uguale al valore riportato nella tabella 5.11, si può concludere che esiste una differenza significativa tra i due campioni.

## Tabella 5.11

**Tabella 5.11** - Numero minimo necessario di risposte esatte per concludere che esiste una differenza significativa

n	α						n	α					
	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
5	2	2	2	3	3	4	33	5	6	7	7	9	11
6	2	2	3	3	4	5	34	5	6	7	7	9	11
7	2	2	3	3	4	5	35	5	6	7	8	9	11
8	2	2	3	3	4	5	36	5	6	7	8	9	11
9	2	3	3	4	4	5	37	6	6	7	8	9	11
10	2	3	3	4	5	6	38	6	6	7	8	10	11
11	3	3	3	4	5	6	39	6	6	7	8	10	12
12	3	3	4	4	5	6	40	6	7	7	8	10	12
13	3	3	4	4	5	6	41	6	7	8	8	10	12
14	3	3	4	4	5	7	42	6	7	8	9	10	12
15	3	3	4	5	6	7	43	6	7	8	9	10	12
16	3	4	4	5	6	7	44	6	7	8	9	11	12
17	3	4	4	5	6	7	45	6	7	8	9	11	13
18	3	4	4	5	6	8	46	7	7	8	9	11	13
19	3	4	5	5	6	8	47	7	7	8	9	11	13
20	4	4	5	5	7	8	48	7	8	9	9	11	13
21	4	4	5	6	7	8	49	7	8	9	10	11	13
22	4	4	5	6	7	8	50	7	8	9	10	11	14
23	4	4	5	6	7	9	51	7	8	9	10	12	14
24	4	5	5	6	7	9	52	7	8	9	10	12	14
25	4	5	5	6	7	9	53	7	8	9	10	12	14
26	4	5	6	6	8	9	54	7	8	9	10	12	14
27	4	5	6	6	8	9	55	8	8	9	10	12	14
28	5	5	6	7	8	10	56	8	8	10	10	12	14
29	5	5	6	7	8	10	57	8	9	10	11	12	15
30	5	5	6	7	8	10	58	8	9	10	11	13	15
31	5	5	6	7	8	10	59	8	9	10	11	13	15
32	5	6	6	7	9	10	60	8	9	10	11	13	15

Per i valori di  $n$  non riportati nel prospetto calcolare i valori mancanti nel modo seguente: numero minimo di risposte  $x =$  numero approssimato per eccesso al più vicino numero intero maggiore di  $x = 1/10n + z\sqrt{0.09n}$ , dove  $z$  varia con il livello di significatività come segue: 1.28 per  $\alpha = 0.20$ ; 1.64 per  $\alpha = 0.10$ ; 1.96 per  $\alpha = 0.05$ ; 2.58 per  $\alpha = 0.01$ ; 3.29 per  $\alpha = 0.001$ .

# **Test dell'ordinamento**

## **(ISO/WD 8587, 2001)**

Con il test di ordinamento possono essere valutati più serie di campioni contemporaneamente e può essere evidenziata una o più delle loro caratteristiche (es. quale campione è più amaro).

Campo di applicazione vasto ma non è molto discriminante.

È raccomandato per:

- a) Effettuare una selezione grossolana dei prodotti che preveda di realizzare poi una valutazione più precisa (screening);
- b) Addestrare e mantenere allenati i giudici (con gusti e odori base);
- c) Determinare le soglie di percezione;
- d) Verificare l'influenza di differenti materie prime o di diversi metodi di produzione, di confezionamento e di stoccaggio.

Il test viene eseguito servendo ad ogni membro del panel, quattro o sei campioni, codificati con tre numeri e serviti con un ordine casuale, diverso per ogni giudice. Il giudice deve ordinarli sulla base dell'intensità crescente o decrescente di una data caratteristica, rispondendo alla domanda:

### **Quale campione ha intensità maggiore o minore?**

Data l'impostazione, il test fornisce informazioni solo sull'ordine dell'intensità e non sulla grandezza della differenza fra un campione e l'altro.

A seconda dello scopo dell'esame, il gruppo di giudici che lo esegue sarà di tipo diverso:

- Quando ci si prefigge di classificare un certo numero di campioni in base all'intensità di una loro caratteristica, il panel dovrà essere addestrato al riconoscimento della sensazione e alla sua misura.
- Nel caso in cui lo si usi per un test di preferenza, ne è più adatto uno costituito da un gruppo rappresentativo di consumatori.

Su una scheda viene riportata la posizione assegnata da ciascun giudice ad ogni campione, dopo di che tutte le posizioni attribuite ad ogni campione vengono sommate.

L'elaborazione dei dati consiste nel confronto fra il valore della somma delle posizioni di ciascun campione calcolato come sopra indicato e i valori riportati nella tabella n.9.

In questa tabella, ad ogni numero di campioni esaminati e di risposte ottenute, corrispondono due coppie di numeri: la prima coppia indica l'intervallo al di fuori del quale si deve trovare il punteggio globale di almeno un campione per concludere che esiste una differenza significativa tra i campioni testati.

Se uno o più dei campioni esaminati, presentano un punteggio minore del valore minimo o maggiore del valore massimo della prima coppia in tabella, si passa a confrontare il punteggio di questi campioni con la seconda coppia di numeri sottostante.

Se tale punteggio risulta inferiore al primo numero, vuol dire che quel campione è diverso perché la caratteristica esaminata è significativamente meno intensa rispetto agli altri campioni; se il punteggio è maggiore del valore più alto della stessa coppia, significa che in quel campione la stessa caratteristica ha un'intensità maggiore.

I campioni i cui punteggi cadono all'interno dell'intervallo, sono, dal punto di vista statistico, uguali.

N. risposte	NUMERO DI CAMPIONI O TRATTAMENTI								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18
3	—	—	—	4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28
	—	4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25
4	—	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36
	—	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31
5	—	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43
	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51
	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-40	26-46	29-52	32-58	35-64
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	33-57	37-63	40-70
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85
	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-69	45-76
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91
	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67	45-75	50-82
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-89
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104
	18-24	23-33	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	59-95
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	53-82	59-91	64-101
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	63-97	69-107
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100	58-112	63-124
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	51-93	57-105	62-118	68-130
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-108	79-119
19	24-33	30-46	37-58	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125
20	26-34	32-48	39-61	45-75	52-88	58-102	65-115	71-129	77-143
	26-34	34-46	42-58	50-70	57-83	65-95	73-107	81-119	89-131

Tab.9: Valori delle Somme delle posizioni assegnate ad ogni campione nel test dell'ordinamento per stabilire una differenza significativa.

# Le scale di misurazione

L'intensità di una caratteristica sensoriale può essere misurata con i seguenti tipi di scala:

**Scala nominale:** le caratteristiche sensoriali esaminate vengono arrangiate in due o più gruppi che si differenziano per la loro definizione, ma che non obbediscono a particolari ordini né relazioni quantitative. Es. scala di colore (rosso, verde, giallo, ecc.) scala di gusti (acido, amaro, dolce, salato). Secondo questa scala i risultati dell'analisi sensoriale vengono organizzati in gruppi "classificazione" che differiscono per il termine con cui vengono denominati.

**Scala ordinale:** i giudici sistemano le caratteristiche sensoriali in gruppi appartenenti a serie ordinate secondo un criterio prestabilito: es. leggero, moderato, forte. Questo tipo di scala implica il riconoscimento di un grado crescente o decrescente dell'intensità del carattere considerato, ma l'entità della differenza percepita, fra un livello della scala e il successivo, non viene specificata e può anche non essere uguale.

**Scala ad intervalli:** le caratteristiche esaminate vengono sistemate in gruppi numerati, separati da intervalli costanti, attribuendo arbitrariamente un punto zero all'inizio della scala, senza riferimenti per la definizione dell'intensità assoluta degli attributi (es. uno, due, tre, quattro, ecc.).

L'ordine di assaggio deve essere prestabilito e si deve utilizzare un disegno statisticamente bilanciato. Per l'elaborazione statistica dei risultati si utilizza l'analisi della varianza o il test statistico t-Student allo scopo di evidenziare l'esistenza di differenze significative tra i valori medi dei punteggi assegnati ai vari campioni in ogni punto della scala.

**Scala dei rapporti:** i giudici, per descrivere le caratteristiche, usano numeri che indicano quante volte l'intensità dello stimolo in questione è più forte o più debole, di quella di un riferimento precedentemente presentato.

Si possono anche fornire due standard di riferimento che rappresentano il minimo e il massimo di intensità dell'attributo in esame. Questi due estremi possono essere pari, per esempio a 1 (intensità minima) e a 9 (intensità massima) oppure coincidere con gli estremi di una scala strutturata suddivisa in intervalli uguali o di una scala non strutturata.

L'uso della **scala ad intervalli** e di quella dei rapporti permette di definire le caratteristiche sensoriali dei prodotti esaminati, sotto il profilo quantitativo, mediante tre tipi di attribuzione del punteggio:

**Classificazione per categoria:** con questo metodo i campioni di prodotto vengono ordinati (mediante una scala ad intervalli) in base all'intensità di un certo stimolo, senza specificare di quanto questo è maggiore o minore rispetto ad un altro campione.

**Classificazione lineare:** con questo metodo i giudici definiscono lo stimolo nei campioni, segnando su una linea orizzontale (lunga normalmente 15 cm) che ne rappresenta la massima intensità, il punto che a loro giudizio corrisponde al punteggio dato. I dati vengono raccolti mediante la misurazione diretta sulle linee corrispondenti ai vari attributi, della distanza fra i punti segnati e l'origine, e dopo un'opportuna conversione, possono essere elaborati statisticamente.

**Classificazione per intensità:** con questo metodo i giudici vengono prima addestrati ad ancorare il minimo ed il massimo di intensità dello stimolo, ad opportuni riferimenti, dopo di che devono esprimere il punteggio che traduce in valore quante volte l'attributo nel campione esaminato è più intenso o meno intenso rispetto al riferimento.

# Metodo di stima della grandezza

Due o più campioni codificati vengono presentati secondo un ordine di assaggio specificato e in modo bilanciato tra i soggetti.

Al primo campione viene assegnato un valore arbitrario per l'attributo da valutare e al campione successivo si assegna un valore maggiore o minore in base all'entità della differenza stimata.

Viene utilizzato per stimare differenze di caratteristiche specifiche, per esempio quando è noto che esista un lungo effetto di persistenza della sensazione oppure quando il campione deve essere tenuto in bocca per un po' di tempo (es. gomma da masticare).

Può essere usato anche nei metodi di accettabilità o per studi edonistici.