

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

R.A.I.S.A.

Ricerche Avanzate per Innovazioni nel Sistema Agricolo

Sottoprogetto 4

AGROBIOTECNOLOGIE NEI PROCESSI DI
VALORIZZAZIONE DEI PRODOTTI E SOTTOPRODOTTI
AGRICOLI

Vol. II

Spineto Di Sarteano (SI) 1994

Tematica 4.4.4. - Modelli analitici per la caratterizzazione dei prodotti alimentari trasformati
Unità di Ricerca 4.21. - Coordinatore Carlo Pompei
Responsabile N. M. - Alberta Carnacini
Titolo relazione : Caratterizzazione degli aceti di vino mediante analisi sensoriale

Gerbi V.¹, Zeppa G.¹, Antonelli A.², Carnacini A.²

(1) - Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali - Settore Microbiologia e Industrie agrarie, Università di Torino, Via P. Giuria 15, 10126 TORINO

(2) - Istituto Industrie agrarie, Università di Bologna, Via S. Giacomo 7, 40126 BOLOGNA

INTRODUZIONE

In Europa si producono attualmente, espressi sulla base del 10% di acidità, oltre 5 milioni di ettolitri di aceto di fermentazione, destinati al consumo diretto o all'industria conserviera. Di questi solo il 30% è di vino, mentre la maggioranza deriva da alcol di distillazione, il resto proviene da altre materie prime come malto, mele ecc.

Italia e Spagna producono insieme oltre il 20% dell'aceto in Europa, ma tale produzione deriva quasi totalmente dalla bioossidazione acetica di vini.

Risulta evidente l'interesse di tali Paesi alla protezione e valorizzazione dell'aceto di vino, frutto della doppia fermentazione di una materia prima più complessa e di maggior valore commerciale.

Di fronte alla prospettiva europea di una più ampia ed agevole circolazione dei prodotti alimentari fra i diversi Paesi, ci è parso opportuno svolgere un lavoro di caratterizzazione degli aceti di vino, prendendo in esame anche altre tipologie di importanza commerciale come quelli di alcol e di mele, con l'obiettivo di stabilire non dei criteri di genuinità, disponibili nella letteratura chimico-analitica ed in parte già recepiti a livello legislativo, ma dei parametri di qualità.

La difesa dei prodotti tipici mediterranei passa attraverso il riconoscimento della loro maggiore qualità, ma mancano spesso i parametri per definirla.

Non si può quindi prescindere dalla disponibilità di lavori di caratterizzazione del prodotto, che consentano di stabilire la variabilità della sua composizione in funzione della provenienza, della tecnologia di produzione e della tipologia commerciale.

Il numero di pubblicazioni dedicate all'aceto di vino, rispetto a quelle dedicate ad altri prodotti alimentari, è assai limitato.

Le ricerche sinora effettuate sono state principalmente dedicate alla messa a punto di metodiche analitiche in grado di evidenziare le eventuali frodi. A livello europeo molti contributi si devono alla scuola spagnola della Llaguno e dei suoi collaboratori, mentre in Italia, se si escludono i lavori sugli aceti balsamici, il maggior numero di contributi si deve al gruppo di Mecca, che per molti anni ha diretto l'Ufficio controllo aceti di Milano (Carnacini e Gerbi, 1992).

Nella nostra indagine non abbiamo certamente trascurato gli accertamenti chimico-analitici, i cui risultati saranno oggetto di altre comunicazioni, ma in questa sede si vuole riferire dei risultati conseguiti con l'analisi sensoriale.

È ormai ampiamente dimostrato che l'analisi sensoriale costituisce un complemento indispensabile dell'analisi chimica per definire le caratteristiche ed il grado di pregevolezza di un prodotto alimentare.

Nel caso dell'aceto il compito si presentava arduo, stante l'aggressività gusto-olfattiva del prodotto, molto meno allettante per gli assaggiatori rispetto al vino od agli aceti balsamici.

Per questi ultimi il saggio organolettico costituisce strumento insostituibile per l'accertamento della qualità e l'attribuzione del sigillo di garanzia è rimesso unicamente al giudizio di una Commissione di Maestri Assaggiatori (Costanzini, 1989).

MATERIALI E METODI

Sono stati sottoposti ad analisi sensoriale 79 campioni di aceto di varia origine (vino, mele, alcol etc.) suddivisi, in funzione del colore, in bianchi (47 campioni) e rossi (32 campioni) (Tab.1).

Aceti bianchi

	Numero campioni	Codifica categoria
Italiani di vino con acidità 6%	12	IVB6
Italiani di vino con acidità 7%	9	IVB7
Italiani di vino decolorati con acidità 6%	3	IVDE
Francesi di vino con acidità 7%	2	FVB
Svizzeri di vino con acidità 5%	1	CHVB
Di alcol	3	AL
Di mele	11	ME
Di malto	1	MA
Di miele	2	MI
Di alcol e vino	3	AV

Aceti rossi

	Numero campioni	Codifica categoria
Italiani di vino con acidità 6%	12	IVR6
Italiani di vino con acidità 7%	13	IVR7
Francesi di vino con acidità 7%	3	FVR
Spagnoli di vino con acidità 7%	2	EVR
Svizzeri di vino con acidità 5%	2	CHVR

Tab. 1 - Aceti bianchi e rossi sottoposti ad analisi sensoriale, suddivisi in funzione dell'acidità o della loro origine e relativo codice identificativo.

Una prima difficoltà operativa è stata la scelta degli assaggiatori. Si è preferito sacrificare l'esperienza specifica, ritrovabile solo in un limitatissimo numero di tecnici acetieri, tra l'altro non abituati alle regole dell'assaggio scientifico, alla disponibilità di un adeguato numero di responsi. Si è pertanto fatto ricorso ad un gruppo di assaggiatori di vino addestrati, scelti in funzione dei risultati ottenuti nel corso di test preliminari di riconoscimento tra aceti con diverso livello di acidità e origine botanica.

Il *panel* è risultato così costituito da 20 giudici che potrebbero essere definiti semiaddestrati o, sulla base della norma UNI 8915, assaggiatori scelti.

In una recente pubblicazione Nieto e coll. (1993), hanno realizzato l'analisi sensoriale di 15 aceti spagnoli, risolvendo il problema dell'aggressività del prodotto mediante il ricorso ad una diluizione sino all'1% di acido acetico ed all'aggiunta di circa l'1% di NaCl, servendo i campioni ottenuti tal quali o con una foglia di lattuga, preventivamente lavata e immersa nell'aceto diluito. Gli obiettivi dell'assaggio erano un pò diversi dai nostri in quanto tendevano

a stabilire preferenze tra aceti normali, invecchiati in legno ed aromatizzati e non ad individuare, come nel nostro caso, dei descrittori di qualità.

Da una serie di saggi preliminari da noi condotti è risultato che ogni trattamento del campione volto a limitarne l'aggressività olfattiva e gustativa (diluizione con acqua fredda o calda, neutralizzazione con basi etc.) comporta distorsioni del profumo od attenuazione delle differenze organolettiche. Pertanto si è preferito operare sul prodotto tal quale, limitando a 4 o 5 il numero degli aceti esaminati in ogni seduta di degustazione per non affaticare eccessivamente gli assaggiatori.

I campioni sono stati serviti in normali bicchieri da assaggio; per limitare l'assunzione di campione durante la fase di valutazione degli attributi gustativi sono stati forniti ai degustatori una bacchetta di vetro od un cucchiaino di acciaio inossidabile con i quali deporre sulla lingua poche gocce di prodotto.

Considerata la necessità di ottenere una caratterizzazione dei prodotto esaminati il ricorso a test descrittivi è risultato indispensabile. La scelta degli attributi organolettici da utilizzare è stata effettuata sulla base di esperienze precedenti (Gerbi *et al.*, 1990) e dei risultati ottenuti dallo stesso *panel* nel corso di sedute di assaggio con schede descrittive libere operando su aceti rappresentativi delle varie tipologie.

Attraverso l'esame della frequenza delle citazioni ed operando gli opportuni accorpamenti si è giunti alla realizzazione di due schede per l'analisi descrittiva dei caratteri organolettici, una per gli aceti bianchi ed una per gli aceti rossi, contenenti 15 attributi.

Sulla base delle positive esperienze ottenute da altri Autori e da noi stessi, per la misura dell'intensità degli attributi si è utilizzata una scala non strutturata, inserendoli in una scheda "a ruota" (Fig. 1 e 2).

Dei 15 descrittori 5 riguardano l'analisi visiva, 7 l'analisi olfattiva e 3 quella gustativa. La maggioranza dei descrittori, 12, si riferiscono ad una precisa caratteristica del prodotto (es. aromi fruttati, intensità olfattiva) ed alla loro maggiore intensità non corrisponde necessariamente una maggiore qualità. Altri 3 parametri (franchezza olfattiva, armonia del profumo e armonia del gusto) si riferiscono a valutazioni di sintesi la cui maggior misura è indice di qualità crescente.

In conclusione dell'esame sensoriale ai componenti del *panel* è stato richiesto di esprimere un giudizio di valutazione complessiva del campione mediante un punteggio tra 0 e 100.

Nel corso delle sedute di degustazione agli assaggiatori veniva comunicata solo l'acidità dichiarata del prodotto, senza indicarne il produttore, né la materia prima d'origine (vino, mele etc.).

Le schede sono state lette, trasformando in valori numerici le valutazioni indicate dagli assaggiatori, mediante una tavoletta grafica ed un *software* appositamente da noi messo a punto (Zeppa e Gerbi, in corso di stampa), mentre l'elaborazione dei dati raccolti è stata effettuata tramite il software statistico SPSS/PC (SPSS Inc., Chicago, Illinois).

RISULTATI

I valori ottenuti dalla lettura delle schede delle varie sedute di degustazione sono stati riuniti in due *set* di dati, l'uno per gli aceti bianchi, l'altro per quelli rossi e sottoposti, prima della elaborazione statistica, al *range-scaling*, un cambiamento di scala che permette di ovviare ai problemi derivanti dall'uso di intervalli diversi della scala di valutazione da parte degli assaggiatori.

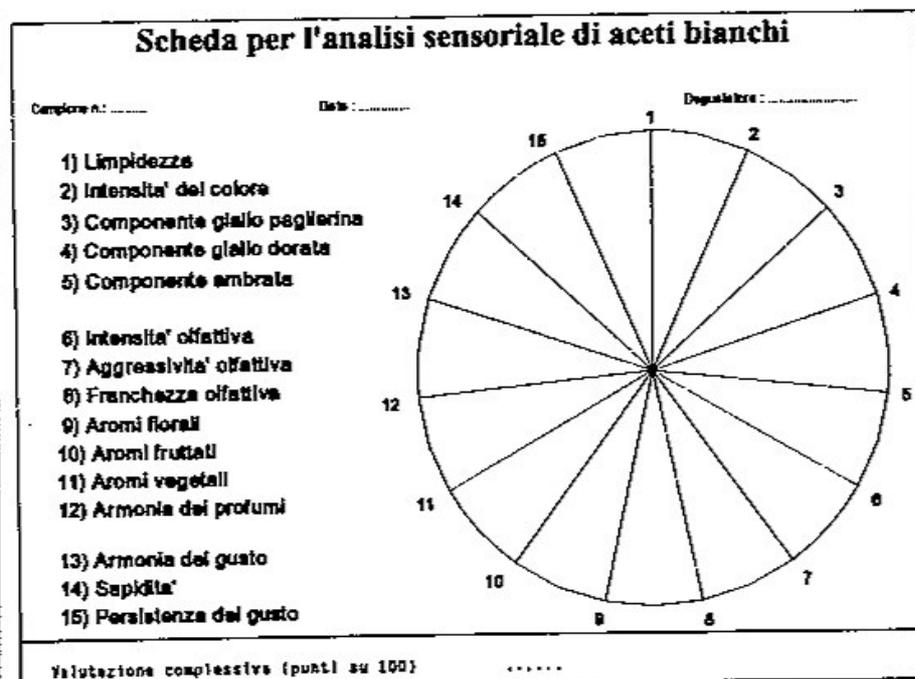


Fig. 1 - Scheda non strutturata a ruota utilizzata per l'analisi sensoriale degli aceti bianchi.

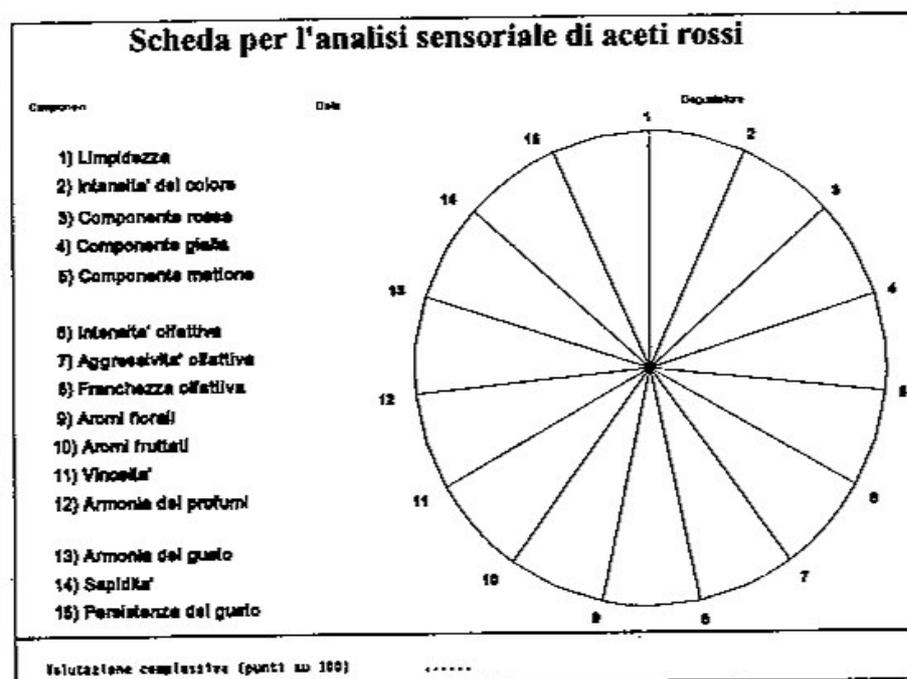


Fig. 2 - Scheda non strutturata a ruota utilizzata per l'analisi sensoriale degli aceti rossi.

L'esame delle misure dell'intensità degli attributi organolettici forniti per i diversi campioni dagli assaggiatori ha evidenziato una certa disomogeneità, ascrivibile alla notevole aggressività del prodotto da esaminare, che induce facilmente una condizione di saturazione dell'olfatto e del gusto.

Considerate le finalità del lavoro, volto alla caratterizzazione del prodotto, e che il sistema di misura delle intensità tende sostanzialmente ad una gerarchizzazione dei campioni, si è ritenuto opportuno costituire i *data-set* sui quali effettuare le analisi statistiche utilizzando la media delle valutazioni fornite dai giudici per i diversi campioni.

Legenda:

- 1 - Limpidezza
- 2 - Intensità del colore
- 3 - Componente giallo paglierina
- 4 - Componente giallo dorata
- 5 - Componente ambrata
- 6 - Intensità olfattiva
- 7 - Aggressività olfattiva
- 8 - Franchezza olfattiva
- 9 - Aromi floreali
- 10 - Aromi fruttati
- 11 - Aromi vegetali
- 12 - Armonia dei profumi
- 13 - Armonia del gusto
- 14 - Sapidità
- 15 - Persistenza del gusto
- 16 - Valutazione complessiva

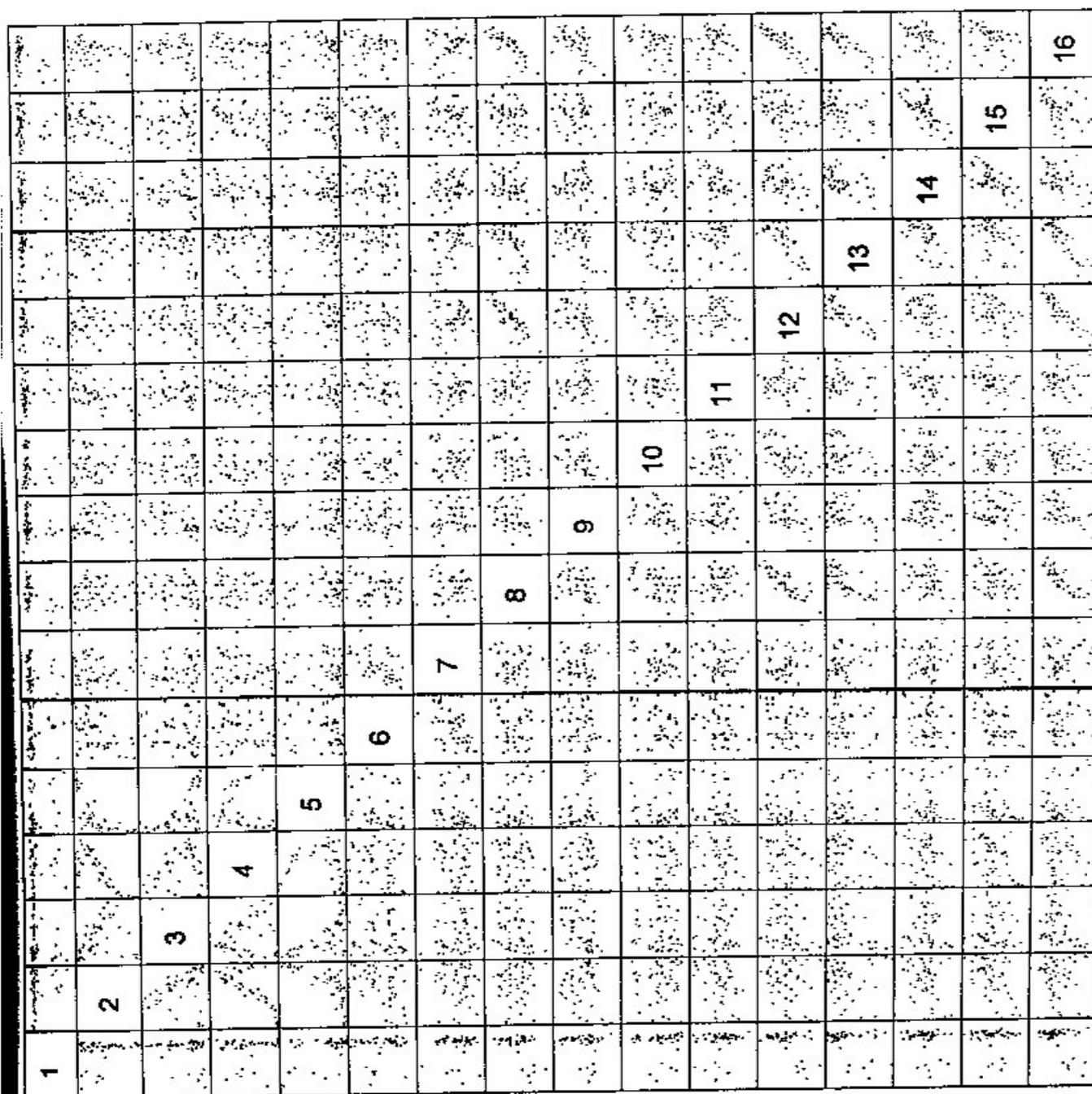


Fig. 3 - Diagrammi di correlazione dei descrittori organolettici degli aceti bianchi.

Aceti bianchi

La matrice di correlazione (Tab. 2) riporta numerosi coefficienti significativi alcuni dei quali presentano valori assoluti superiori a 0.8. È questo il caso delle correlazioni lineari positive fra la **Valutazione complessiva** ed i parametri **Franchezza olfattiva**, **Armonia dei profumi** ed **Armonia del gusto**, fra la **Franchezza olfattiva** e l'**Armonia dei profumi** e fra l'**Armonia dei profumi** e l'**Armonia del gusto**.

Maggiori informazioni sulle relazioni che intercorrono tra i descrittori organolettici si possono però ottenere dal diagramma di correlazione o correlogramma (Fig. 3).

La **Limpidezza** presenta valori relativamente costanti e non ha influenze sugli altri parametri organolettici. Solo nel caso della **Valutazione complessiva** vi è una relazione lineare ($r=0.548$; $p<0.01$) indicante una preferenza da parte dei degustatori nei confronti dei prodotti limpidi.

Riportando infatti in un grafico i valori della **Limpidezza** in funzione della **Valutazione complessiva** risulta che gli aceti di mele, gli aceti casalinghi e l'aceto di malto risultano penalizzati anche per la loro torbidità al contrario degli aceti di vino al 7% ed al 6% di acidità e degli aceti ottenuti per miscelazione di aceto di vino ed aceto di alcol. Gli aceti di alcol e gli aceti decolorati sono valutati molto limpidi, ma le loro peculiari caratteristiche organolettiche ne influenzano negativamente il giudizio finale (Fig. 4).

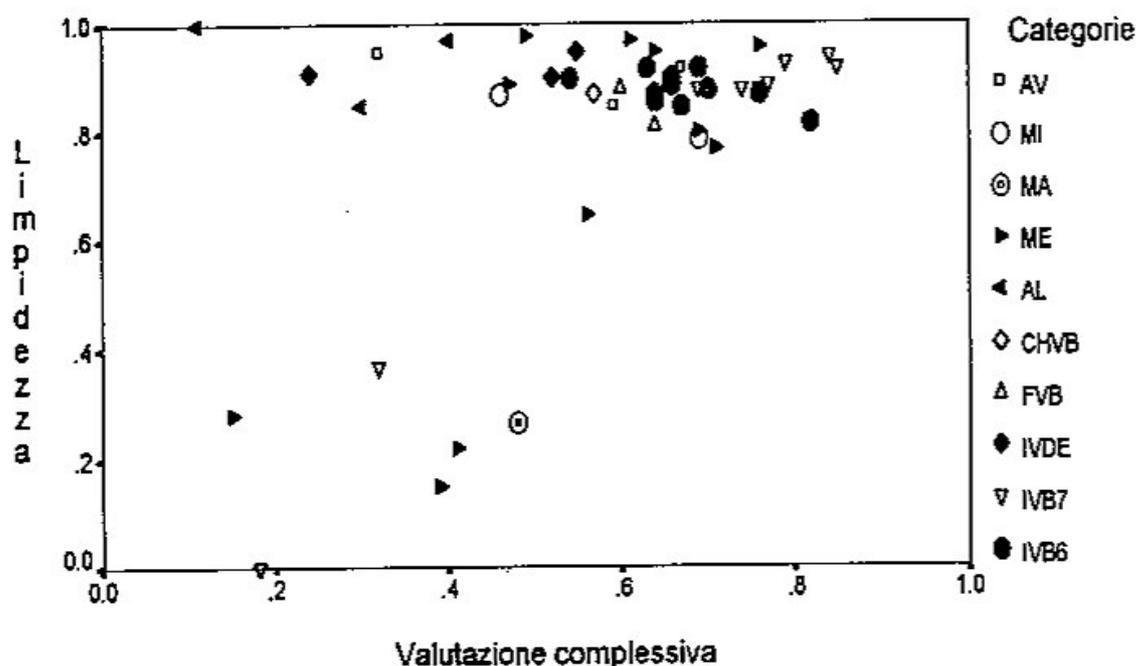


Fig. 4 - Punteggi di preferenza attribuiti agli aceti bianchi in funzione dei valori della **Limpidezza**. Valori scaliati. (Per l'interpretazione delle sigle delle categorie vedasi tabella 1).

Le relazioni tra le componenti del colore e l'intensità colorante risultano in alcuni casi scontate, come per la relazione inversa **Intensità di colore-Componente paglierina**, mentre gli andamenti asintotici tra l'**Intensità di colore** e le **Componenti dorata ed ambrata** dimostrano le difficoltà da parte dei degustatori di rilevare incrementi nell'intensità colorante in campioni fortemente ossidati in cui la componente ambrata è molto intensa.

Particolare, infine, la relazione parabolica tra la **Componente dorata** e la **Componente ambrata**. Per modesti valori assoluti di tonalità ambrata, a piccoli incrementi di tonalità ambrata corrispondono inizialmente rilevanti incrementi per la tonalità dorata sino

a che successivi incrementi della tonalità ambrata determinano decrementi nella valutazione del dorato. Ciò può essere spiegato dalla difficoltà incontrata dai degustatori nel descrivere le colorazioni di tonalità più cupe, ma quando il prodotto si presenta nettamente maderizzato il descrittore ambrato è stato scelto con sicurezza.

Le correlazioni tra i descrittori olfattivi e quelle tra i descrittori gustativi risultano poco numerose e con coefficienti poco significativi.

Le scarse correlazioni fra i parametri organolettici influenzano negativamente l'Analisi della Componenti Principali (PCA) per cui ben cinque fattori presentano un *eigenvalue* maggiore di 1 ed i primi due fattori spiegano soltanto il 54% della variabilità totale. In tabella 3 sono riportati i *loadings* superiori a 0.5 per questi primi cinque fattori; la distribuzione delle variabili rispecchia le correlazioni individuate in tabella 2 e figura 3.

	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Fattore 4	Fattore 5
Intensità del colore	0.831				
Persistenza del gusto	0.744				
Componente dorata	0.744				
Sapidità	0.692				
Aromi vegetali	0.575				
Limpidezza		0.801			
Franchezza olfattiva		0.793			
Armonia dei profumi		0.717			
Armonia del gusto		0.808			
Componente paglierina			0.907		
Aromi floreali			0.696		
Componente ambrata			-0.613		
Aromi fruttati				0.867	
Aggressività olfattiva					0.879
Intensità olfattiva					0.814

Tab. 3 - *Loadings* per le cinque componenti principali dei descrittori organolettici, ad esclusione della Valutazione complessiva. Per ogni parametro è riportato il coefficiente avente il valore assoluto più elevato.

Considerato che le componenti principali non sono mai tra di loro correlate, è possibile utilizzarle quali variabili in un'analisi multivariata della regressione in cui la Valutazione complessiva costituisca la variabile dipendente ed il cui scopo è di determinare i descrittori organolettici che maggiormente influenzano la valutazione del prodotto.

Ne risulta un'equazione lineare avente un R^2 di 0.87 ($F=60.19$, $p<0.01$) ed i cui coefficienti sono riportati in tabella 4.

Fattore 1	0.067
Fattore 2	0.119
Fattore 3	0.065
Fattore 4	0.091
Fattore 5	-0.027
(Costante)	0.563

Tab. 4 - Coefficienti della retta di regressione lineare multivariata delle componenti principali individuate per gli aceti bianchi sulla Valutazione complessiva.

La Limpidezza, la Franchezza olfattiva, l'Armonia dei profumi e l'Armonia del gusto, tutte con coefficiente elevato per la seconda componente, risultano essere i descrittori organolettici che maggiormente influenzano, in modo direttamente proporzionale, la Valutazione complessiva.

A questi seguono, con un'importanza via via minore, tutti gli altri parametri organolettici; fanno eccezione l'**Aggressività olfattiva** e l'**Intensità olfattiva** correlati in modo negativo alla **Valutazione complessiva**.

La caratterizzazione degli aceti bianchi, risultando non applicabile la PCA, può essere ottenuta mediante l'**Analisi Discriminante Lineare (LDA)** che mediante una combinazione lineare delle variabili (i parametri organolettici) evidenzia le differenze tra le categorie a confronto, ovvero tra i gruppi di aceti di tabella 1.

Escludendo dall'elaborazione le categorie in cui si disponeva di un unico campione (aceti svizzeri ed aceti di malto) ed operando la scelta delle variabili secondo il criterio della distanza di Mahalanobis (Norusis, 1985), risulta che le prime due funzioni discriminanti interpretano il 63% della varianza totale e le prime tre l'82% circa.

Un miglioramento del modello si ottiene dei campioni di aceto di miele, la cui accentuata nota floreale rende artificialmente discriminante il parametro **Aromi floreali**. Peraltro gli aceti di miele, pur molto interessanti sotto il profilo organolettico e compositivo, presentano, per ora, un modesto interesse commerciale.

Applicando l'**Analisi Discriminante** al *data-set* così ridotto, le prime tre funzioni discriminanti individuate interpretano il 90% circa della varianza totale, mentre il potere di riclassificazione arriva al 98% circa.

Non sono stati utilizzati i descrittori **Valutazione complessiva**, **Franchezza olfattiva**, **Aromi fruttati** e **Sapidità** in quanto non discriminanti (Norusis, *loc. cit.*).

Il confronto tra i valori dei coefficienti con cui i restanti parametri organolettici entrano nelle tre funzioni discriminanti (Tab. 5) e la posizione che i campioni assumono nello spazio individuato dalle funzioni stesse (Fig. 5), indica una netta differenziazione fra i gruppi di aceti a confronto.

È possibile inoltre desumerne le rispettive caratteristiche organolettiche.

	Funzione 1	Funzione 2	Funzione 3
Armonia dei profumi	1.245		
Componente giallo dorata	-1.017		
Aromi floreali	0.956		
Limpidezza	-0.914		
Aggressività olfattiva	0.878		
Armonia del gusto		1.471	
Intensità olfattiva		1.176	
Persistenza del gusto		-0.631	
Componente ambrata			2.176
Intensità del colore			-1.535
Aromi vegetali			-1.198
Componente giallo paglierina			0.683

Tab. 5 - Coefficienti dei parametri organolettici, individuati con la procedura *stepwise*, per le prime tre funzioni discriminanti. Per ogni parametro è riportato il coefficiente avente il valore assoluto più elevato.

Gli aceti italiani di qualità, con acidità del 7%, si presentano simili per la prima funzione discriminante agli altri prodotti italiani, ma se ne differenziano per i più elevati valori dell' **Armonia del gusto** nella seconda funzione e della **Componente ambrata** nella terza.

Gli aceti francesi risultano molto simili a quelli italiani al 6%, ma presentano colori con una **Componente ambrata** costantemente più elevata.

Di notevole interesse pratico la netta distinzione ottenuta tra gli aceti di vino e gli aceti di alcol o di miscele alcol-vino. Quelli di alcol si presentano, infatti, di elevata **Limpidezza**, con **Persistenza del gusto** e di colore ambrato a causa della frequente colorazione con caramello, ma hanno valori molto bassi di **Armonia del gusto** e **Armonia del profumo**.

Anche per gli aceti di mele la distinzione è soddisfacente. Presentano elevati valori della **Componente giallo dorata**, dell'**Armonia del gusto**, dell'**Intensità olfattiva** e dell'**Intensità del colore**, l'**Armonia dei profumi** è a un buon livello, ma inferiore a quella dei vini, ed in essi è caratteristica la presenza di **Aromi vegetali**.

Il modello individuato presenta un ottimo potere discriminante, ma il numero dei parametri organolettici che ne entrano a far parte, dodici, seppur ridotto rispetto alla scheda originale, risulta pur sempre elevato.

Allo scopo di individuare il minor numero possibile di variabili capaci di separare le categorie di aceto è possibile, tenendo conto dei soli parametri organolettici che presentano la significatività maggiore nell'Analisi Discriminante (Norusis, *loc. cit.*), individuare tre funzioni discriminanti, in cui entrano sette parametri (Tab. 6), capaci di interpretare il 93% circa della varianza totale e con un potere di riclassificazione dell'86%. Rimangono esclusi in questo modo tutti i parametri relativi alle sensazioni gustative.

	Funzione 1	Funzione 2	Funzione 3
Armonia dei profumi	1.462		
Limpidezza	-1.119		
Aromi floreali	0.751		
Componente giallo dorata		1.153	
Componente ambrata			1.061
Aromi vegetali			-0.841
Aggressività olfattiva			0.622

Tab. 6 - Coefficienti dei parametri organolettici, individuati con la procedura *stepwise*, per le prime tre funzioni discriminanti. Per ogni parametro è riportato il coefficiente avente il valore assoluto più elevato.

Anche in questo caso il confronto fra i coefficienti dei parametri organolettici nelle tre funzioni discriminanti e la posizione dei campioni nello spazio individuato dalle stesse tre funzioni (Fig. 6) indica una netta differenza tra i vari aceti e ne consente la caratterizzazione.

Per gli aceti di alcol si confermano discriminanti la **Limpidezza**, la **Componente ambrata** e l'**Aggressività olfattiva**, mentre per gli aceti di mele la **Componente giallo dorata** e gli **Aromi vegetali**.

Aceti rossi

Come già per gli aceti bianchi, anche per gli aceti rossi la matrice di correlazione (Tab. 7) presenta numerosi coefficienti statisticamente significativi, ma sono pochi quelli aventi $r > 0.8$.

La **Limpidezza** conferma (Fig. 7) anche per gli aceti rossi la quasi completa indipendenza dai restanti descrittori organolettici; solo nei confronti della **Valutazione complessiva** esiste una linearità di risposta ($r=0.615$, $p < 0,01$).

Fra i parametri utilizzati per la descrizione del colore numerose le relazioni lineari sia di tipo positivo (**Valutazione complessiva** e **Componente rossa**, **Intensità del colore** e **Componente rossa**) sia di tipo negativo (**Intensità del colore** e **Componente gialla**, **Componente rossa** e **Componente gialla**).

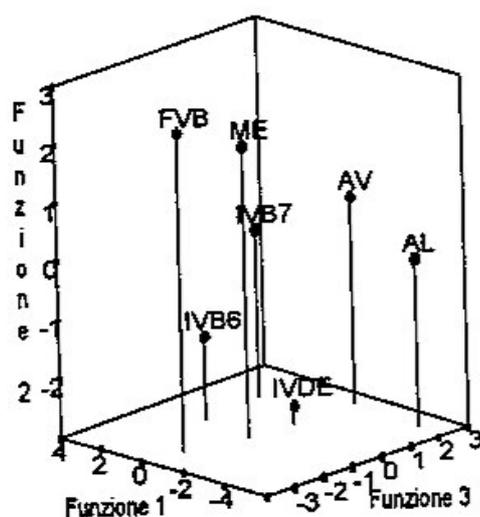
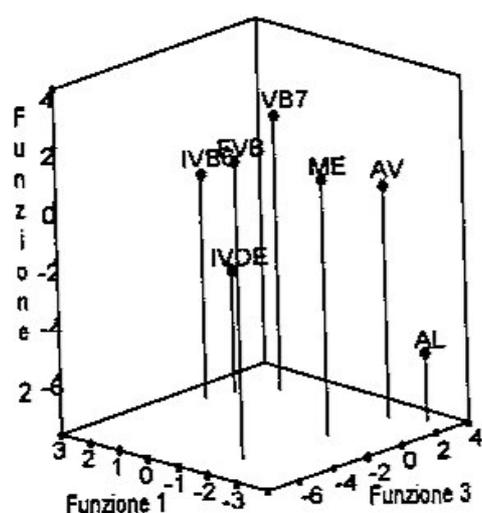


Fig. 5/6 - Distribuzione dei centroidi delle categorie di aceto bianco nello spazio individuato dalle prime tre funzioni discriminanti ottenute rispettivamente con 12 (Fig. 5) e 7 parametri organolettici (Fig. 6) (Per l'interpretazione delle sigle delle categorie vedasi tabella 1).

Nel caso dei descrittori dell'aroma molto numerose le relazioni lineari positive tra i diversi descrittori. Oltre alla **Valutazione complessiva**, che risulta correlata con tutti i parametri ad esclusione dell'**Intensità olfattiva** e dell'**Aggressività olfattiva**, si evidenzia la **Vinosità** per le sue correlazioni con il **Fruttato**, il **Florale**, la **Franchezza olfattiva** e, soprattutto, la **Valutazione complessiva**.

Ciò indica che i degustatori hanno preferito, in genere, gli aceti aventi una spiccata vinosità (Fig. 8) e quindi i prodotti italiani al 7% ed al 6% di acidità. La posizione di alcuni campioni risultati poco graditi è motivata da caratteri organolettici ritenuti negativi quali la torbidità od il colore mattonato.

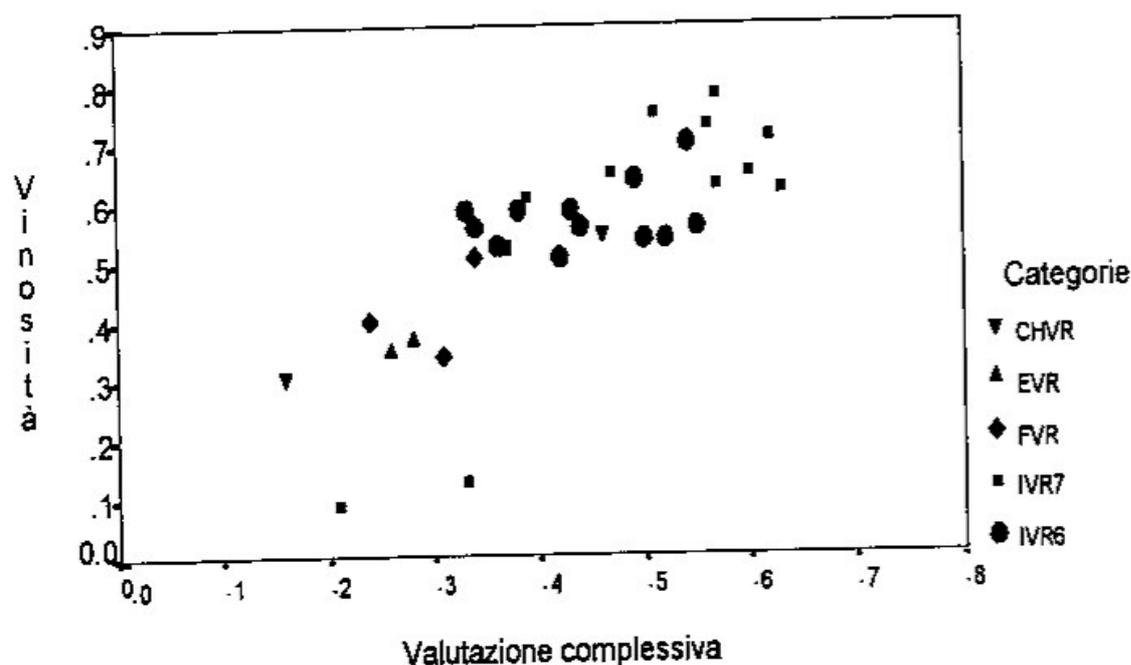


Fig. 8 - Punteggi di preferenza attribuiti agli aceti rossi in funzione del valore della Vinosità. Valori scalati. (Per l'interpretazione delle sigle delle categorie vedasi tabella 1).

Numerose anche per i descrittori del gusto le relazioni lineari positive tra cui quelle della **Sapidità** correlata alla **Valutazione complessiva** ed alla **Persistenza del gusto**.

La PCA applicata all'intero set di dati, in virtù dell'elevato numero di correlazioni presenti, individua quattro fattori (Tab. 8) aventi un *eigenvalue* superiore ad 1 in grado di interpretare l'80% della varianza (45.6%, 18.6%, 8.6% e 7.3% rispettivamente).

	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Fattore 4
Armonia dei profumi	0.888			
Armonia del gusto	0.883			
Franchezza olfattiva	0.847			
Aromi florali	0.781			
Aromi fruttati	0.751			
Vinosità	0.653			
Sapidità	0.532			
Aggressività olfattiva		0.921		
Intensità olfattiva		0.855		
Persistenza del gusto		0.797		
Componente gialla			-0.855	
Componente rossa			0.679	
Intensità del colore			0.625	
Componente mattone				-0.831
Limpidezza				0.642

Tab. 8 - Loadings dei descrittori organolettici, ad esclusione della **Valutazione complessiva**, per gli aceti rossi. Per ogni parametro è riportato il coefficiente avente il valore assoluto più elevato.

L' R^2 calcolato, come per gli aceti bianchi, per la retta di regressione lineare delle componenti principali nei confronti della **Valutazione complessiva** vale 0.90 ($F=65.02$, $p<0.01$). L'**Armonia dei profumi**, l'**Armonia dei gusti**, la **Franchezza olfattiva**, il **Florale**,

il Fruttato, la Vinosità e la Sapidità, tutte con un elevato coefficiente per la prima componente principale, sono i descrittori organolettici che maggiormente influenzano la **Valutazione complessiva** (Tab. 9). Minore importanza assume nei riguardi della gradevolezza del prodotto, rispetto agli aceti bianchi, la **Limpidezza** mentre una maggiore importanza riveste il colore del prodotto ed in particolare la presenza di tonalità rosse.

Fattore 1	0.139
Fattore 2	0.021
Fattore 3	0.057
Fattore 4	0.021
(Costante)	0.531

Tab. 9 - Coefficienti della retta di regressione lineare multivariata delle componenti principali individuate per gli aceti rossi sulla **Valutazione complessiva**.

Un rifacimento della PCA, inserendo anche la **Valutazione complessiva**, individua nuovamente quattro fattori (Tab. 10) aventi un eigenvalue superiore ad 1, ma in grado d'interpretare l'80.8% della varianza totale (48.1%, 17.6%, 8.1% e 7.0% rispettivamente).

A differenza quindi degli aceti bianchi, in cui le prime due componenti principali interpretavano solo il 54.6% della varianza totale, negli aceti rossi dove le prime due componenti principali interpretano il 65.7% di varianza, è possibile, seppure con le dovute cautele, caratterizzare mediante PCA gli aceti sulla base delle rispettive caratteristiche organolettiche.

Salvo alcune eccezioni, lo *score plot* (Fig. 9) indica una netta distinzione fra gli aceti italiani al 6% ed al 7% risultanti di profumo e di gusto armonici, privi di difetti, con note di fruttato, florale e di vinosità accentuate e pertanto maggiormente graditi e gli aceti stranieri privi di dette caratteristiche.

Gli aceti al 6% di acidità risultano inoltre, rispetto a quelli al 7%, olfattivamente meno aggressivi ed intensi e di sapore meno persistente.

	Fattore 1	Fattore 2	Fattore 3	Fattore 4
Armonia dei profumi	0.903			
Armonia del gusto	0.902			
Valutazione complessiva	0.893			
Franchezza olfattiva	0.889			
Aromi floreali	0.758			
Aromi fruttati	0.733			
Vinosità	0.659			
Sapidità	0.531			
Aggressività olfattiva		0.923		
Intensità olfattiva		0.858		
Persistenza del gusto		0.795		
Componente gialla			-0.844	
Componente rossa			0.662	
Intensità del colore			0.626	
Componente mattone				-0.834
Limpidezza				0.613

Tab. 10 - *Loadings* dei descrittori organolettici per gli aceti rossi. Per ogni parametro è riportato il coefficiente avente il valore assoluto più elevato.

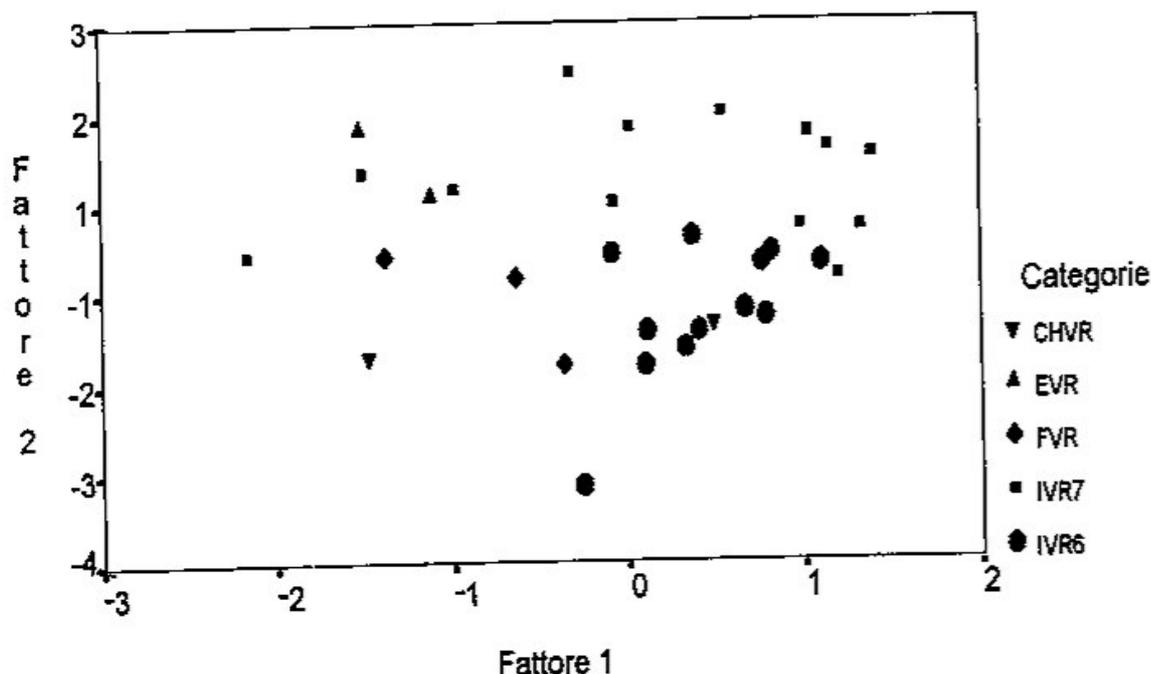


Fig. 9 - Proiezione degli aceti rossi sul piano individuato dalle prime due componenti principali. (Per l'interpretazione delle sigle delle categorie vedasi tabella 1).

La caratterizzazione degli aceti rossi mediante i descrittori organolettici può essere ottenuta, come già per gli aceti bianchi, mediante l'Analisi Discriminante Lineare.

Eseguita adottando il criterio della distanza di Mahalanobis (Norusis, *loc.cit.*), la LDA individua tre funzioni in grado d'interpretare il 95% della varianza totale ed aventi un potere di riclassificazione dell'87% circa.

Dal confronto fra i coefficienti dei 10 parametri organolettici utilizzati nelle funzioni discriminanti (Tab. 11) e le coordinate dei centroidi di gruppo dei campioni (Fig. 10) si evidenzia una netta differenziazione tra gli aceti a confronto ed una loro precisa caratterizzazione organolettica.

	Funzione 1	Funzione 2	Funzione 3
Componente rossa	4.949		
Componente mattone	2.836		
Intensità del colore	-2.527		
Sapidità		-1.288	
Armonia del gusto		1.129	
Franchezza olfattiva		-0.964	
Intensità olfattiva		0.833	
Limpidezza		0.697	
Vinosità		-0.544	
Aggressività olfattiva			0.983

Tab. 11 - Coefficienti dei parametri organolettici, individuati con la procedura *stepwise*, per le prime tre funzioni discriminanti. Per ogni parametro è riportato il coefficiente avente il valore assoluto più elevato.

A differenza di quanto visto per gli aceti bianchi, fra i parametri discriminanti per gli aceti rossi si evidenziano i descrittori del colore con una contrapposizione, per la prima funzione discriminante, tra gli aceti italiani e svizzeri da una parte, caratterizzati dalla **Componente rossa**, e gli aceti francesi e spagnoli dall'altra. Soprattutto in questi ultimi detta componente risulta assente.

Il motivo di questa così netta differenza risiede nella tecnologia di produzione degli aceti spagnoli esaminati, che ne prevede l'ossidazione spinta con una lunga permanenza in botti di legno, con perdita quasi totale della frazione antocianica ionizzabile.

Oltre che di colore piuttosto ambrato gli aceti spagnoli risultano olfattivamente poco aggressivi, non sapidi, ma di spiccata **Armonia gustativa**.

Il profilo sensoriale ricavato per gli aceti spagnoli è in buon accordo con quello proposto per la tipologia "Solera" da Nieto *et al.* (*loc. cit.*) in una recente pubblicazione.

Gli aceti italiani di qualità, con acidità del 7%, risultano per molti aspetti simili a quelli italiani al 6% ed ai francesi, per i parametri della seconda funzione discriminante, ma sono caratterizzati per la loro spiccata **Aggressività olfattiva**, il parametro con il coefficiente più elevato nella terza funzione.

Poco differenziati dagli altri per la prima e la seconda funzione discriminante, gli aceti svizzeri esaminati risultano ben caratterizzati dalla scarsa **Aggressività olfattiva** che trova giustificazione nella loro bassa acidità, inferiore al 5%.

Come già per gli aceti bianchi, anche per gli aceti rossi è possibile ridurre i parametri organolettici del modello sino ad un minimo di cinque (Tab. 12). Vengono esclusi in questo modo i descrittori gustativi senza che si verifichi una perdita significativa nel potere di riclassificazione. Ne deriva che per gli aceti rossi sono preponderanti nella discriminazione dei campioni, gli aspetti visivi ed olfattivi.

	Funzione 1	Funzione 2	Funzione 3
Componente rossa	4.389	0.026	0.068
Intensità del colore	-2.489	-0.093	0.461
Componente mattone	2.402	-0.198	1.061
Limpidezza	-0.785	-0.316	0.008
Intensità olfattiva	-0.003	1.018	-0.011

Tab. 12 - Coefficienti dei parametri organolettici, individuati con la procedura *stepwise*, per le tre funzioni discriminanti.

Le nuove tre funzioni discriminanti individuate interpretano il 98% della varianza e presentano un potere di riclassificazione dell'84% circa.

Pur nella maggior semplicità il nuovo modello conferma la differenziazione tra i prodotti (Fig. 11) ed anche in questo caso permette la riclassificazione dei campioni senza ricorrere all'esame gustativo del prodotto.

CONCLUSIONI

L'applicazione dei metodi statistici multivariati ad un significativo numero di campioni di aceto ha permesso la loro caratterizzazione sensoriale, individuando dei modelli di semplice interpretazione e la cui applicazione consente buone riclassificazioni.

La bontà dei modelli ha evidenziato inoltre l'adeguatezza della maggior parte dei parametri organolettici scelti per la scheda sensoriale in quanto in grado di cogliere le peculiarità delle varie categorie di aceto fornendone un appropriato profilo sensoriale.

I descrittori del gusto sono risultati i meno efficaci nell'individuazione dei differenti prodotti. Il fatto, spiegabile con il disagio causato ai giudici dalla notevole aggressività degli aceti, non costituisce comunque un ostacolo all'impiego dell'analisi sensoriale nella caratterizzazione degli aceti in quanto è risultato possibile discriminare i campioni sulla base dei descrittori visivi ed olfattivi.

Pur risultando utile analizzare un più elevato numero di campioni stranieri al fine di avere una più vasta tipologia di risposte, il numero di aceti di vino, di mele e di alcol

aminati è sufficiente a considerare completi i rispettivi profili organolettici individuati, sia r i prodotti bianchi che per quelli rossi.

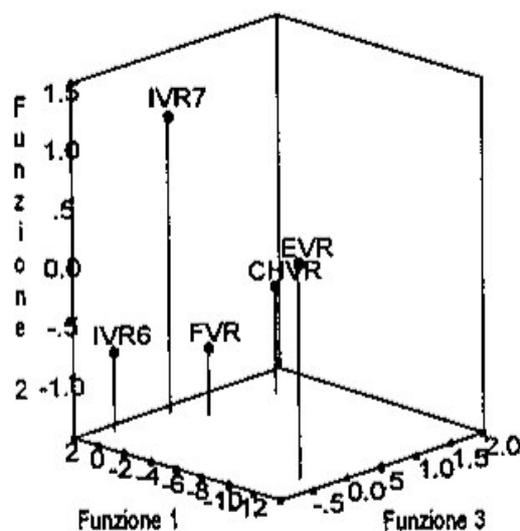
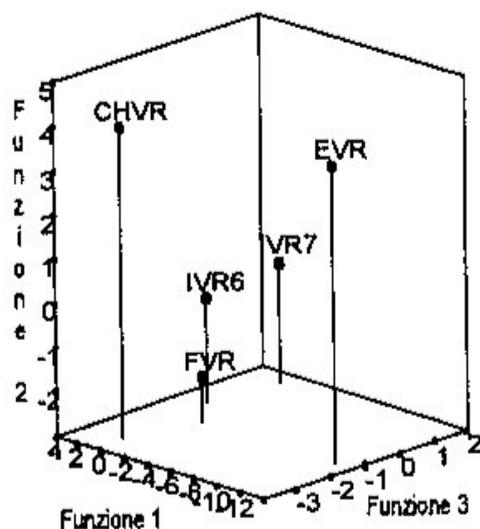


Fig. 10/11 - Distribuzione dei centroidi delle categorie di aceto rosso nello spazio individuato dalle prime tre funzioni discriminanti ottenute rispettivamente con 10 (Fig. 10) e 5 parametri organolettici (Fig. 11). (Per l'interpretazione delle sigle delle categorie vedasi tabella 1).

L'analisi statistica multivariata ha inoltre consentito di individuare le relazioni fra la valutazione di preferenza ed i parametri organolettici, fornendo due equazioni lineari, una per gli aceti bianchi ed una per gli aceti rossi, in cui risultano costantemente presenti l'Armonia dei profumi, l'Armonia del gusto e la Franchezza olfattiva.

Fatta salva l'importanza delle determinazioni chimico-fisiche per una valutazione legale del prodotto, l'analisi sensoriale si è dimostrata anche per gli aceti uno strumento semplice ed affidabile per la valutazione della tipicità e della qualità dei prodotti, a

condizione che sia eseguita da personale addestrato e che vengano rispettati i criteri metodologici che permettono l'elaborazione statistica dei risultati.

BIBLIOGRAFIA

- CARNACINI A., GERBI V. (1992) - Le vinaigre de vin: un produit méditerranéen. *Vitic. Enol. Sci.*, 47, 216-225.
- COSTANZINI M. (1989) - Gli esami non finiscono mai. *Il Consenso*, 3, 4, 49-51.
- GERBI V., UBIGLI M., ZEPPA G. (1990) - Problemi di analisi sensoriale dell'aceto. *Quad. Vitic. Enol. Univ. Torino*, 14, 79-92.
- NIETO J., GONZALEZ-VINAS M.A., BARBA P., MARTIN-ALVAREZ P.J., ALDAVE L., GARCIA-ROMERO E., CABEZUDO M.D. (1993) - Recent progress in wine vinegar R&D and some indicators for the future. In *Food Flavors - Ingredients and Composition*. Ed. Elsevier.
- NORUSIS M.J. (1985) - *SPSS-X Advanced statistics guide*. McGraw-Hill, New York.
- ZEPPA G., GERBI V. - Impiego di una tavoletta digitalizzatrice nella lettura di schede non strutturate per l'analisi sensoriale dei vini. *Vignevini*, in stampa.