

VALUTAZIONE DELLA QUALITA' DELL'OLIO EXTRA VERGINE D'OLIVA MEDIANTE NASO ELETTRONICO A SENSORI MOS

C. Ricci, M. Allai, L. Ribechini, E. Dalcanale*

Dipartimento di Chimica Organica ed Industriale, Università degli Studi di Parma
Parco Area delle Scienze, 17/A - 43100 PARMA

L. Caglioti

Dipartimento di Studi di Chimica e Tecnologia delle Sostanze Biologicamente Attive, Università "La Sapienza", P.le A.
Moro, 5 - 00185 ROMA

Abstract: Electronic noses are becoming a valuable tool for the organoleptic evaluation of food freshness, seasoning, geographical origin and shelf-life. This article reports a series of experiments aimed to highlight potentials and limits of MOS electronic noses in detecting defects present in extra virgin olive oil. The instrument is also able to discriminate olive oils obtained from the same fruits using respectively milling of stoned olives and traditional milling.

Riassunto: I nasi elettronici si stanno affermando come uno strumento analitico-sensoriale innovativo per la caratterizzazione organolettica comparata dei prodotti alimentari in termini di freschezza, determinazione dell'origine geografica, stagionatura. Nel presente lavoro viene studiato l'impiego di tale strumentazione nella qualificazione dell'olio extra vergine di oliva, con particolare riferimento all'individuazione dei difetti, ed alla discriminazione di oli ottenuti con trattamenti tecnologici differenti.

INTRODUZIONE

In questi ultimi anni il mercato dell'olio d'oliva manifesta una progressiva riduzione del margine di guadagno da parte dei produttori nazionali, nonostante si stia assistendo ad un costante aumento del consumo di olio extra vergine e alla sempre maggiore ricerca della qualità da parte dei consumatori. Per far fronte a questa situazione i produttori si sono indirizzati verso una segmentazione del mercato, cercando di caratterizzare i propri prodotti di fascia alta in modo da conferire a questi caratteristiche di tipicità e genuinità. Ecco allora diffondersi oli di denominazione di origine protetta e prodotti di nicchia, come l'olio ottenuto dalla spremitura di olive denocciolate, capaci di giustificare, con un valore aggiunto di qualità, il loro maggiore prezzo di mercato.

La qualità dell'olio risulta fortemente influenzata dai processi di raccolta e di lavorazione utilizzati. In funzione di questi parametri, a parità di materia prima, è possibile ottenere oli che possiedono caratteristiche organolettiche e chimico-fisiche differenti.^[1] E' di recente introduzione una nuova tecnologia, la quale non prevede la frangitura delle olive intere, ma la preventiva denocciolatura dei frutti, la gramolatura della sola polpa e la separazione dell'olio mediante decantatore. Questo tipo di olio presenta caratteristiche aromatiche diverse da quelle tradizionali, non contenendo la parte lipidica ed aromatica contenute nel nocciolo. Inoltre è stato dimostrato come il maggior contenuto di sostanze fenoliche e la riduzione della presenza delle lipossigenasi presenti nella mandorla, determinino una minore ossidazione degli oli denocciolati e conseguentemente una loro maggiore stabilità nel tempo.^[1]

Più in generale una delle principali problematiche connesse alla qualificazione dell'olio extra vergine d'oliva è l'individuazione di difetti di produzione e conservazione, attualmente valutati da panels di assaggiatori mediante metodiche codificate dal COI (Comitato Oleico Internazionale).

In quest'ottica l'utilizzo di strumentazioni analitico-sensoriali in grado di valutare in maniera rapida e oggettiva oli diversi, semplicemente in base alla percezione dell'aroma e senza bisogno di effettuare nessun tipo di analisi chimica o pretrattamento del campione, è di grande interesse.^[2]

Il naso elettronico può essere definito come un analizzatore di odori il cui principio di funzionamento si differenzia nettamente da quello delle strumentazioni analitiche comunemente usate in quanto da una valutazione complessiva della frazione volatile dell'olio, responsabile in gran parte della percezione dell'aroma, senza necessità di separare ed identificare i vari componenti.^[3]

Ciò costituisce un indubbio vantaggio, soprattutto nell'analisi di odori complessi, in quanto nella maggioranza dei casi la variazione dell'aroma è data dalla presenza delle stesse molecole in differente concentrazione e non dalla comparsa di nuovi componenti.

I nasi elettronici si basano sul funzionamento di un array di sensori, capaci di rispondere in maniera selettiva e reversibile alla presenza di sostanze chimiche, generando dei segnali elettrici in funzione

della loro concentrazione.^{[4][5]} Attualmente i sensori che hanno raggiunto il maggior grado di sviluppo sono costituiti da ossidi di metalli semiconduttori (MOS).^{[6][7]}

Scopo del seguente lavoro è valutare la capacità di tale strumentazione nella risoluzione di alcune problematiche connesse alla qualificazione dell'olio extra vergine d'oliva,^[8] quali l'individuazione dei difetti di produzione e di conservazione e la discriminazione di oli ottenuti con trattamenti tecnologici differenti.

PARTE SPERIMENTALE

Il naso elettronico utilizzato è un Alpha M.O.S FOX 3000 con autocampionatore dotato di 6 sensori a film spesso a base di ossido di stagno (Figaro) differentemente drogati, e 6 sensori a film sottile (Capteur). Gli oli tradizionale e denocciolato, ottenuti dal medesimo campione di olive abruzzesi raccolte durante la campagna olivicola 1999/2000, sono stati forniti dalla "Pietro Isnardi Alimentari S.p.A.- Imperia". I campioni di difetti degli oli e l'olio raffinato sono quelli certificati dal Comitato Oleico Internazionale (COI).

I campioni da analizzare sono stati preparati depositando 200 µl di olio in una fiala di vetro con capsula forabile da 40 ml di volume; il tempo di generazione dello spazio di testa è stato di 8 ore a temperatura ambiente; 400 secondi prima dell'iniezione le fiale sono state termostate a 37° C.

Condizioni operative:

- ✓ gas di trasporto: aria cromatografica in bombola
- ✓ flusso: 250 mL/minuto
- ✓ umidità assoluta: 12 g/m³
- ✓ quantità di olio per fiala: 200 µl
- ✓ volume della fiala: 40 mL

Metodo di acquisizione dei dati:

- ✓ tempo di generazione dello spazio di testa: 430 secondi
- ✓ tempo di acquisizione della linea di base: 10 secondi
- ✓ tempo di iniezione: 15 secondi
- ✓ tempo totale di acquisizione: 150 secondi
- ✓ scansione di acquisizione della misura di resistività: 1 misura/secondo
- ✓ tempo di attesa tra due misure: 430 secondi

In ogni giornata di analisi si sono alternati più campioni di oli differenti in ordine casuale. Un olio è stato analizzato ogni giorno per poter essere utilizzato come standard di riferimento nella calibrazione. Questa si è resa necessaria per ridurre al minimo il drift giornaliero a cui sono soggetti i sensori MOS. Tutti gli oli sono stati conservati ben sigillati, in assenza di luce, alla temperatura di 10-12° C.

Il sistema di processazione dei dati ha tenuto conto dei valori reali di $\Delta R/R_0$, presi a differenti tempi. Numero e valutazione dei tempi a cui prendere i valori di $\Delta R/R_0$ sono stati selezionati in modo da prendere in considerazione il maggior numero di informazioni possibili. Nella maggior parte dei casi sono stati presi i valori a 40, 60 e 120 secondi. Il primo punto (40 sec) è stato scelto subito dopo l'iniezione in modo che solamente i sensori più sensibili avessero dato una risposta significativa; il secondo punto (60 sec) dopo un lasso di tempo sufficiente a far raggiungere a tutti i sensori la loro risposta massima; il terzo (120 sec) alla fine del periodo di acquisizione in modo da considerare la diversa velocità di desorbimento dei sensori.

Il trattamento statistico multivariato si basa sull'utilizzo di PCA (Principal Component Analysis) e sull'analisi discriminante DFA (Discriminant Function Analysis); quest'ultimo strumento è molto potente, ma per poter ottenere un risultato significativo occorre che il numero di misure fatte per ogni raggruppamento (oli differenti) sia almeno 3-5 volte maggiore del numero di coefficienti utilizzati (numero di sensori x numero di parametri). A tale scopo sono state utilizzate anche dati di oltre 300 misure e si è effettuata un'ottimizzazione dei sensori in modo da utilizzare solamente i sensori col maggior potere discriminante.

Un'ulteriore possibilità è costituita dalle reti neurali, il cui impiego richiede la formazione di banche dati molto estese, ma che in genere portano a risultati migliori.^[9]

RISULTATI E DISCUSSIONE

Messa a punto della metodica di campionamento

La scelta delle condizioni operative del metodo di acquisizione sono di fondamentale importanza per la definizione della metodologia analitica ottimale e richiedono spesso tempi maggiori di quelli necessari all'acquisizione della banca dati di riferimento. Occorre trovare il giusto equilibrio tra le varie componenti del sistema in modo da ottenere una risposta sufficientemente elevata accoppiata ad un rapido desorbimento delle sostanze adsorbite sulla superficie dei sensori. I parametri principali sui quali si può agire per variare l'entità della risposta dei sensori sono: (i) velocità del flusso dell'aria cromatografica, (ii) quantità di sostanza analizzata, (iii) volume della fiala, (iv)

umidità del gas di trasporto. Le condizioni operative impiegate sono riassunte nella parte sperimentale.

I campioni di olio non necessitano di alcun trattamento preliminare, ma vengono analizzati tal quali. Ciò costituisce uno dei vantaggi dell'utilizzo dei nasi elettronici rispetto alle altre tecniche analitiche, in quanto non viene apportato nessun tipo di alterazione alla matrice analizzata e nello stesso tempo è possibile ridurre il tempo di analisi.

Un aumento del flusso dell'aria cromatografica porta ad un incremento delle sostanze volatili estratte dalla matrice e convogliate sulla superficie dei sensori e ad un desorbimento più rapido, riducendo il tempo di attesa tra un'iniezione e l'altra.

La quantità di sostanza analizzata ed il volume della fiala determinano la concentrazione delle componenti volatili nello spazio di testa analizzato. Esse vanno ottimizzate in modo da ottenere la risposta più elevata possibile, senza incorrere in fenomeni di saturazione di alcuno dei sensori impiegati.

La scelta di operare con aria cromatografica umidificata risponde ad una duplice esigenza: (i) quella di minimizzare il drift dei sensori, pur riducendone la sensibilità, (ii) eliminare eventuali differenziazioni dei campioni in base a valori diversi di umidità dei campioni di olio. Sono stati fatti numerosi esperimenti variando il grado di umidità assoluta e la quantità di olio analizzato, per avere risposte dei sensori consistenti ed al tempo stesso riproducibili.

Differenziazione della metodologia produttiva

Il grafico riportato in Figura 1 mostra la capacità del naso elettronico nel discriminare oli ottenuti mediante metodiche di lavorazione diverse partendo dalle stesse olive. In questo caso la differenziazione è fra un olio extra vergine di oliva tradizionale e un olio ottenuto dalla frangitura di olive denocciolate. Come si può osservare è stato possibile differenziare fra loro i due oli in modo ottimale, mediante l'analisi delle componenti principali (PCA), in due aree ben separate. Dopo una settimana per verificare la validità della banca dati sono stati misurati nuovamente gli stessi oli come incogniti (5 per singola metodologia di produzione). Lo strumento ha riconosciuto correttamente tutti i campioni incogniti analizzati.

Figura 1

Individuazione dei difetti dell'olio extra vergine d'oliva

Per quanto riguarda la determinazione dei difetti, abbiamo operato con il naso elettronico nello stesso modo con cui vengono addestrati gli assaggiatori.

Inizialmente sono stati analizzati 5 difetti (avvinato, morchia, muffa, rancido, riscaldamento) per verificare le potenzialità e limiti dello strumento nella differenziazione degli stessi. Mediante il trattamento statistico DFA i 5 difetti risultano completamente separati in aree regolari e di ridotte dimensioni (Figura 2). La distribuzione non regolare delle aree evidenzia che il difetto avvinato si distingue notevolmente dagli altri. Ciò è dovuto alla presenza predominante di metanolo, etanolo ed acido acetico nello spazio di testa: gli alcoli si liberano più rapidamente degli altri aromi a causa del loro basso punto di ebollizione e della loro scarsa affinità con la matrice lipofila, fornendo gran parte della risposta; l'acido acetico rallenta il rientro alla linea base dei sensori desorbendo molto lentamente dalla superficie degli stessi.

Figura 2

Per verificare la validità della banca dati e la stabilità del sistema nel tempo, è stato effettuato il riconoscimento di 25 campioni degli stessi difetti, inseriti come incogniti a distanza di 30 giorni (Figura 2). La Tabella 1 include il riconoscimento percentuale delle categorie di appartenenza. Grazie alla buona separazione dei difetti risulta possibile attribuire graficamente il corretto gruppo di appartenenza. Il programma statistico ha fornito un buon risultato, individuando correttamente l'80% dei campioni (con una percentuale di riconoscimento maggiore dell'80%, valore assunto come limite di accettazione della classificazione), mentre i rimanenti campioni sono stati ugualmente associati all'esatta categoria di appartenenza, anche se con una percentuale troppo bassa per l'accettazione della classificazione. Nel complesso il riconoscimento dei campioni incogniti può ritenersi ottimale.

Tabella 1

Il passo successivo è stato quello di verificare le capacità del naso elettronico nell'individuare i difetti in olio raffinato a concentrazioni decrescenti. Infatti per poter eseguire una corretta analisi mediante panel test e per determinare la soglia media del gruppo di assaggiatori per attributi caratteristici, è necessaria una fase iniziale di addestramento. Questa fase consiste nell'assaggio di oli contenenti diverse percentuali di difetti, ottenute per diluizioni successive, finché nelle ultime due o tre diluizioni non sia più possibile scoprire differenza con il campione che contiene solo la

matrice senza difetto. Di conseguenza i panelisti sono in grado di individuare la concentrazione limite alla quale il singolo difetto è presente.

Partendo da difetti certificati COI è stato individuato il limite di rilevazione medio di un panelista addestrato per i difetti avvinato, rancido e riscaldamento in olio raffinato.^[10] I valori di soglia sono rispettivamente lo 0.09% per l'avvinato e lo 0.2% per rancido e riscaldamento. Sono state quindi preparate miscele di olio raffinato con un contenuto di difetto dello 0,9% e 0,09% per l'avvinato e di 2% e 0,2% per il rancido e il riscaldamento.

Per il difetto avvinato (Figura 3) la discriminazione è ottimale, senza alcuna sovrapposizione delle aree.

Figura 3

Per quanto riguarda il difetto rancido il naso elettronico è in grado di discriminare solamente il difetto in concentrazione maggiore (2%), mentre l'area del difetto allo 0.2% è quasi completamente sovrapposta a quella dell'olio raffinato (Figura 4).

Figura 4 e Tabella 2

Nel caso del riscaldamento, invece, il naso elettronico non è in grado di discriminare l'olio raffinato da entrambe le miscele di difetto e di conseguenza le aree risultano parzialmente sovrapposte (Figura 5).

Figura 5 e Tabella 3

Per verificare la validità delle banche dati si è effettuato un riconoscimento di campioni incogniti degli stessi oli a distanza di una settimana. Nel caso del difetto avvinato, grazie alla buona separazione delle aree, risulta possibile attribuire le incognite al corretto gruppo di appartenenza sia graficamente che mediante il programma statistico con una percentuale di riconoscimento del 100%. Per il difetto rancido si è ottenuta una completa attribuzione dei campioni incogniti solo nel caso della miscela con una maggiore concentrazione di difetto (2%), mentre negli altri casi su 8 campioni incogniti solo 3 sono stati riconosciuti (Tabella 2). Il riconoscimento dei campioni incogniti di difetto riscaldamento non è risultato soddisfacente in quanto alcuni sono stati attribuiti al gruppo sbagliato poiché le aree sono parzialmente sovrapposte, mentre altri sono stati attribuiti correttamente ma con una percentuale di riconoscimento troppo bassa (Tabella 3). A fronte di 12 oli

incogniti, 3 sono stati attribuiti al gruppo sbagliato, mentre 2 sono stati attribuiti al gruppo corretto con una percentuale di riconoscimento inferiore all'80%.

In ultimo si è verificata la capacità del naso elettronico di riconoscere la presenza di difetti in un olio extra vergine d'oliva commerciale. A tale scopo sono state preparate miscele di olio extra vergine d'oliva contenenti rispettivamente il 9%, 0.9% e 0.09 % di avvinato, difetto per cui il naso elettronico è risultato maggiormente sensibile. In questo caso il grado di discriminazione del naso elettronico è inferiore in quanto non è stato possibile differenziare fra loro le miscele allo 0.9 e 0.09 % (Figura 6), che però si differenziano comunque dal prodotto originale. La più intensa componente aromatica associata ad un olio extra vergine tende a diluire, a concentrazioni basse, l'impatto del difetto nello spazio di testa, senza però pregiudicarne la rilevazione.

Figura 6

Valutazione del potere discriminante dei sensori

Il metodo statistico della DFA offre la possibilità di calcolare il potere discriminante dei singoli sensori rispetto alla discriminazione complessiva. Nello spazio bidimensionale nel quale sono rappresentate le discriminanti principali, vengono proiettati dei punti, ognuno dei quali rappresenta un sensore: calcolando la sommatoria delle differenze delle distanze fra questi punti e le aree che definiscono le categorie, è possibile definire un indice o potere discriminante per ogni singolo sensore. Tale analisi è molto importante sia nella selezione dei sensori da utilizzare per ogni singola applicazione, sia nel trattamento statistico, in quanto tanto minore è il numero di sensori necessario alla discriminazione, tanto minore sarà il numero di misure richieste per generare una banca dati statisticamente significativa.

La Figura 7 mostra la rappresentazione grafica del potere discriminante dei sensori nella percezione dei difetti avvinato, riscaldamento e rancido nell'olio raffinato. I singoli sensori hanno un potere discriminante comparabile, compreso tra 7% e 11%, solo nella discriminazione del difetto avvinato (unica eccezione SY/G-3%); questo implica che tutti i sensori, eccetto uno, sono importanti per la differenziazione delle diverse miscele. Nel caso del difetto rancido, invece, 5 sensori hanno un potere discriminante dominante. Una situazione intermedia si ha per il riscaldamento dove 8 sensori forniscono la quasi totalità della discriminazione. Questa condizione permette di effettuare una selezione dei sensori eliminando quelli con un peso percentuale inferiore al 5%, considerando questo valore come limite di accettabilità del potere discriminante dei sensori. Come esempio della differente selettività dei sensori MOS verso i difetti analizzati, si può prendere in considerazione il sensore SX83: nel caso del difetto avvinato il sensore è fondamentale nella discriminazione avendo

un peso percentuale dell'11%; nel caso del difetto riscaldamento il suo peso percentuale scende al 7% divenendo di secondaria importanza nella discriminazione; infine nel difetto rancido ha un peso trascurabile (3%) per cui può essere eliminato.

Figura 7

L'effetto del diverso potere discriminante dei sensori si riflette nella differente capacità di rilevazione dei tre difetti considerati, che molto maggiore per il difetto avvinato rispetto agli altri due. Tale correlazione non è però lineare: nonostante la distribuzione del potere discriminante sia peggiore nel caso del rancido, la discriminazione meno efficiente appartiene al difetto riscaldamento.

CONCLUSIONI

I nasi elettronici basati su sensori MOS costituiscono uno strumento analitico-sensoriale particolarmente utile nella valutazione comparata della qualità dell'olio extra vergine di oliva.^[12] In entrambe le problematiche affrontate, i.e. discriminazione della metodologia produttiva e identificazione di difetti, lo strumento ha fornito risultati promettenti.

La diversa capacità del naso nell'identificare i vari difetti dipende dal tipo di molecole che caratterizzano il difetto e loro relativa concentrazione nello spazio di testa. L'estensione di tale tecnica all'identificazione di oli extra vergini difettati reali deve tenere conto del fatto che, nella maggior parte dei casi, il difetto complessivo è associato alla comparsa di più di un difetto singolo.^[11] Ciò implica la necessità di dare un giudizio globale, che rappresenta uno dei punti di forza di tale strumentazione. In questa logica, risultati preliminari su oli difettati reali hanno fornito risultati molto incoraggianti.

Più in generale si può dire che l'assenza di pretrattamenti del campione e l'oggettività della misura fanno del naso elettronico un possibile sostituto dei panel tests organolettici e di altri strumenti analitici in alcune analisi di routine. Lo sviluppo di questo sistema non vuole comunque rimpiazzare le convenzionali tecniche analitiche utilizzate per i composti volatili, ne tantomeno le analisi sensoriali condotte dai panel tests nella formulazione del giudizio di qualità, ma una volta addestrato, il naso elettronico ha come scopo principale quello di affiancare queste metodiche per eseguire i controlli di qualità in tempo reale.

RINGRAZIAMENTI: Si ringrazia il Progetto INTESA (Esprit Project 25254, V Programma Quadro) per il supporto finanziario.

BIBLIOGRAFIA

- [1] N. Frega, L. Caglioti, M. Mozzon, *Rivista Italiana Sostanze Grasse*, 74, 241-245 (1997).
- [2] P. Mielle, *Trends in Food Science & Technology*, 12/7, 432-438 (1996).
- [3] K. Strassburger, *CHEMTECH*, 1218-1224 (1997).
- [4] J. W. Gardner, P. N. Barlett, *Electronic Noses, Principles and Applications*, Oxford University Press, Oxford (1999).
- [5] P.N. Bartlett, J.M. Elliot, J.W. Gardner, *Food Technology*, 51/12, 44-51 (1997).
- [6] J. Janata, *Principles of Chemical Sensors*, Plenum Press, New York (1989).
- [7] E. Schaller, J.O. Bosset, F. Escher, *Food Science & Technology*, 31, 305-316 (1998).
- [8] E. Dalcanale, M. S. Gardini, M. Allai, *La Chimica e l'Industria*, 81, 465-469 (1999).
- [9] M. Pardo, G. Sberveglieri, M.S. Gardini, E. Dalcanale, *Sens. Actuators B*, 69, 359-365 (2000).
- [10] F. Camurati, comunicazione personale.
- [11] L. Scarselli, comunicazione personale.
- [12] M.S. Gardini, M. Allai, E. Dalcanale, F. Di Francesco, G. Pioggia in *Sensors and Microsystems*, Eds. C. Di Natale, A. D'Amico, F. Davide, World Scientific Publ., Singapore, 265-269 (2000).

Didascalie di Figure e Tabelle

Figura 1: Differenziazione di olio denocciolato da olio prodotto in maniera tradizionale. Gli oli provengono dalla spremitura differenziata di un singolo raccolto di olive abruzzesi. Banca dati composta di 285 analisi, utilizzando 11 sensori.

Figura 2: Discriminazione dei 5 difetti certificati COI (avvinato, feccia, morchia, rancido, riscaldo) e riconoscimento di campioni incogniti. Banca dati composta da 285 analisi, utilizzando 8 sensori.

Figura 3: Determinazione del difetto avvinato in olio raffinato a diverse concentrazioni e riconoscimento di campioni incogniti. Banca dati composta da 300 analisi, utilizzando 11 sensori.

Figura 4: Determinazione del difetto rancido in olio raffinato a diverse concentrazioni e riconoscimento di campioni incogniti. Banca dati composta da 300 analisi, utilizzando 11 sensori.

Figura 5: Determinazione del difetto riscaldo in olio raffinato a diverse concentrazioni e riconoscimento di campioni incogniti. Banca dati composta da 300 analisi, utilizzando 11 sensori.

Figura 6: Individuazione del difetto avvinato in olio extra vergine di oliva a diverse concentrazioni. Banca dati di 175 analisi, utilizzando 6 sensori.

Figura 7: Analisi del potere discriminante dei vari sensori nell'analisi dei difetti avvinato, riscaldo e rancido in olio raffinato.

Tabella 1: Riconoscimento di campioni incogniti di difetti COI.

Tabella 2: Riconoscimento di campioni incogniti contenenti difetto rancido in olio raffinato.

Tabella 3: Riconoscimento di campioni incogniti contenenti difetto riscaldo in olio raffinato.

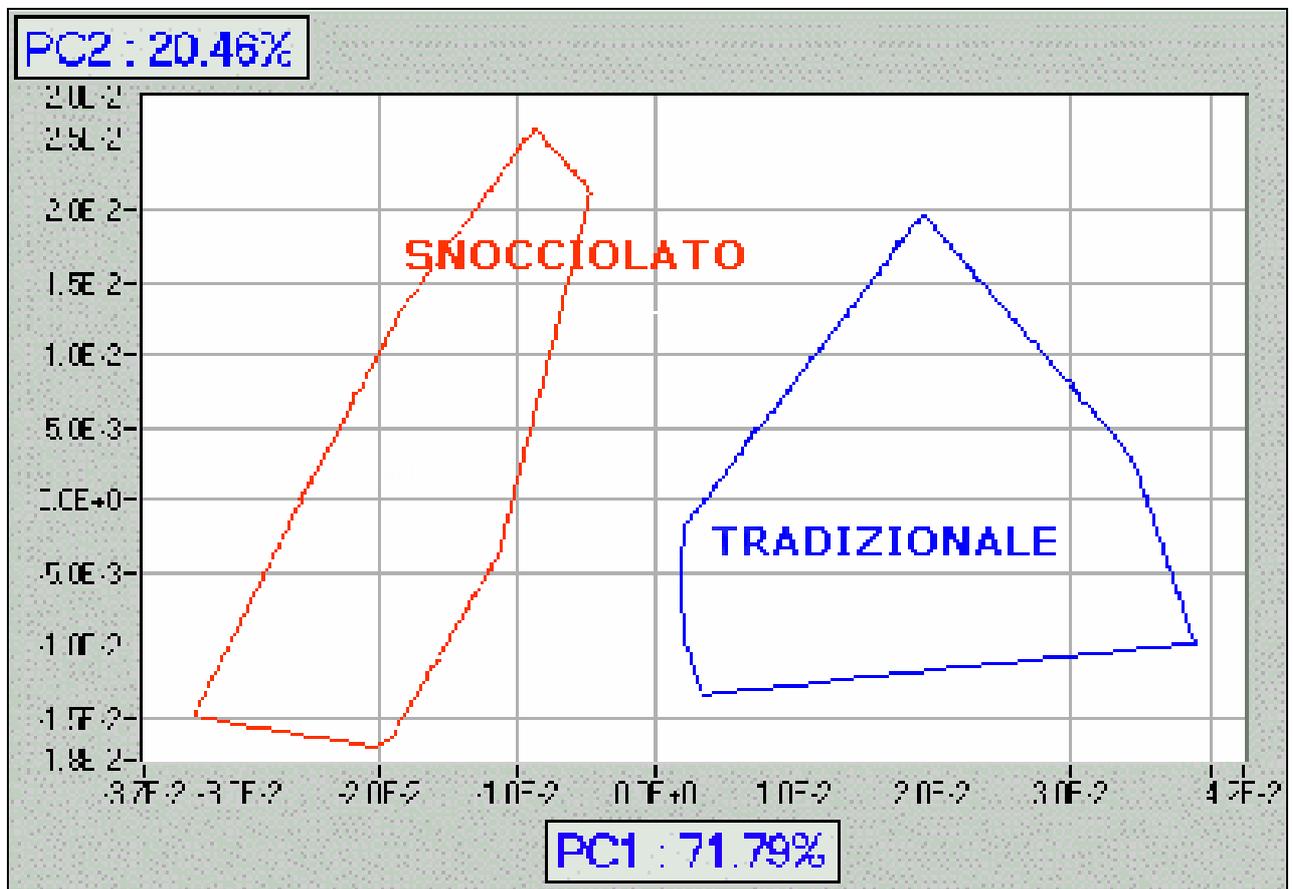


FIGURA 1

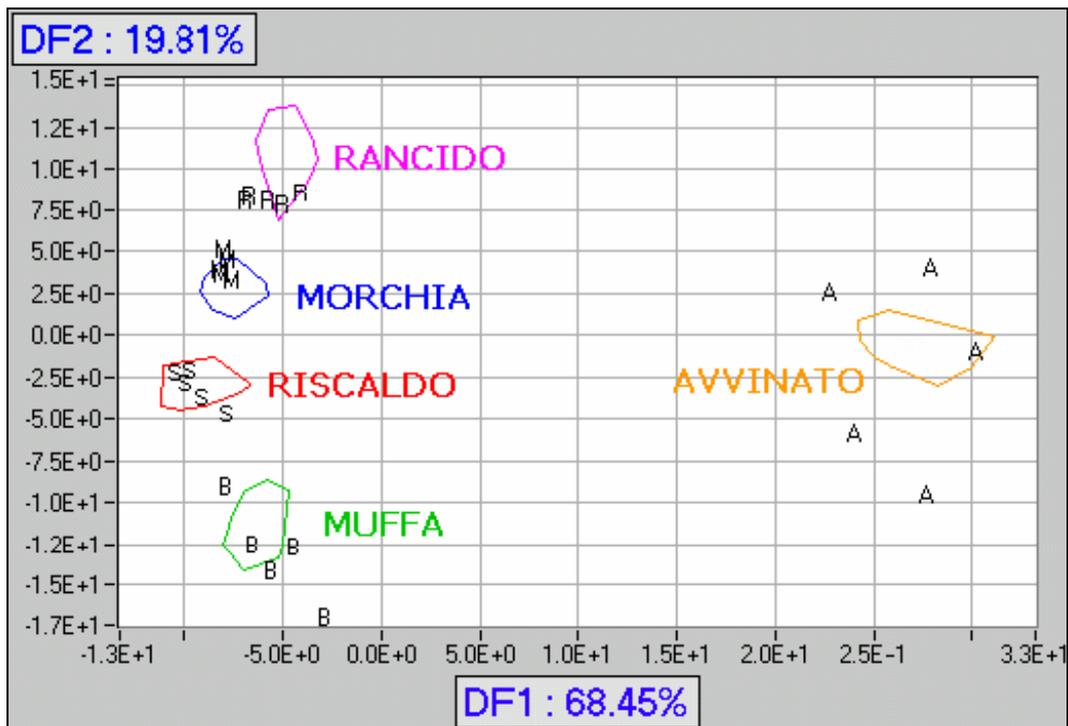


FIGURA 2

TABELLA 1

Nome	Identificazione	Gruppo	% di riconoscim.
RIX1	NO	S	77.45
RIX2	SI	S	100.00
RIX3	SI	S	100.00
RIX4	NO	S	71.71
RIX5	SI	S	84.09
AVX1	SI	A	96.17
AVX2	SI	A	95.42
AVX3	SI	A	88.82
AVX4	NO	A	69.25
AVX5	NO	A	70.12
MUX1	NO	B	72.52
MUX2	SI	B	98.82
MUX3	SI	B	99.52
MUX4	SI	B	100.00
MUX5	SI	B	100.00
MOX1	SI	M	100.00
MOX2	SI	M	100.00
MOX3	SI	M	100.00
MOX4	SI	M	100.00
MOX5	SI	M	100.00
RAX1	SI	R	100.00
RAX2	SI	R	86.22
RAX3	NO	R	62.28
RAX4	SI	R	100.00
RAX5	SI	R	100.00

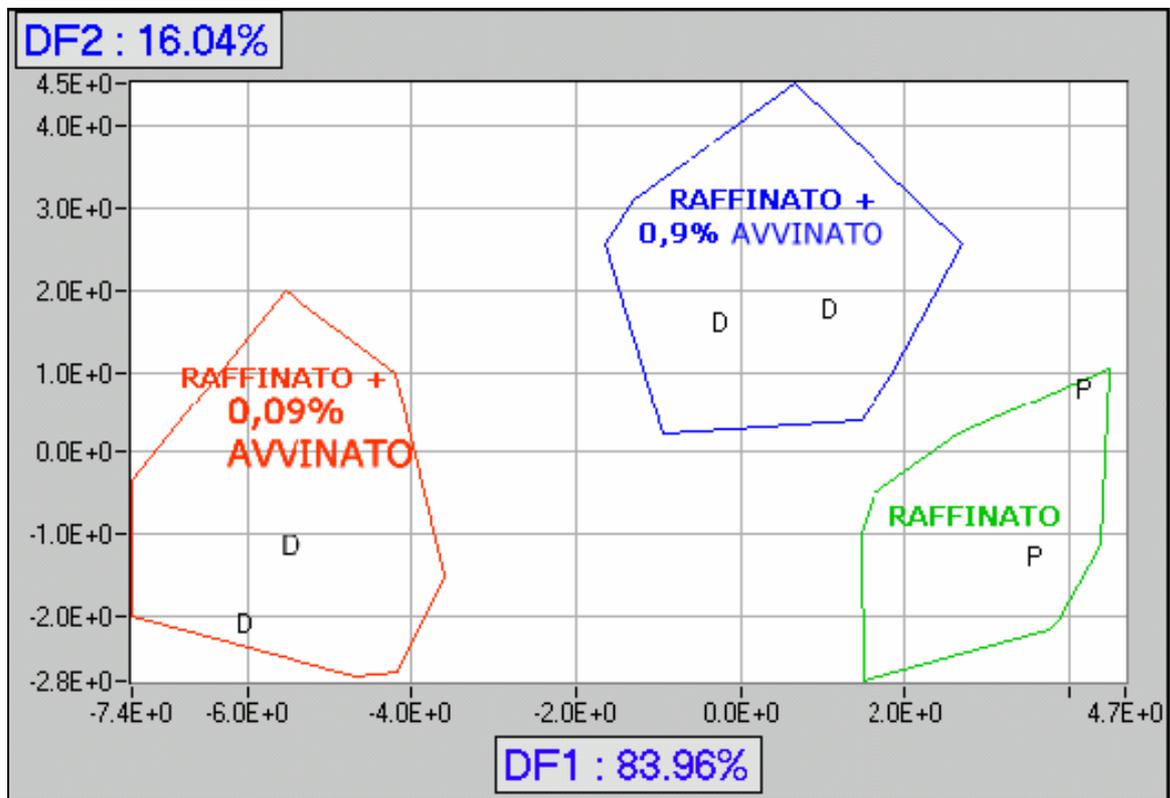


FIGURA 3

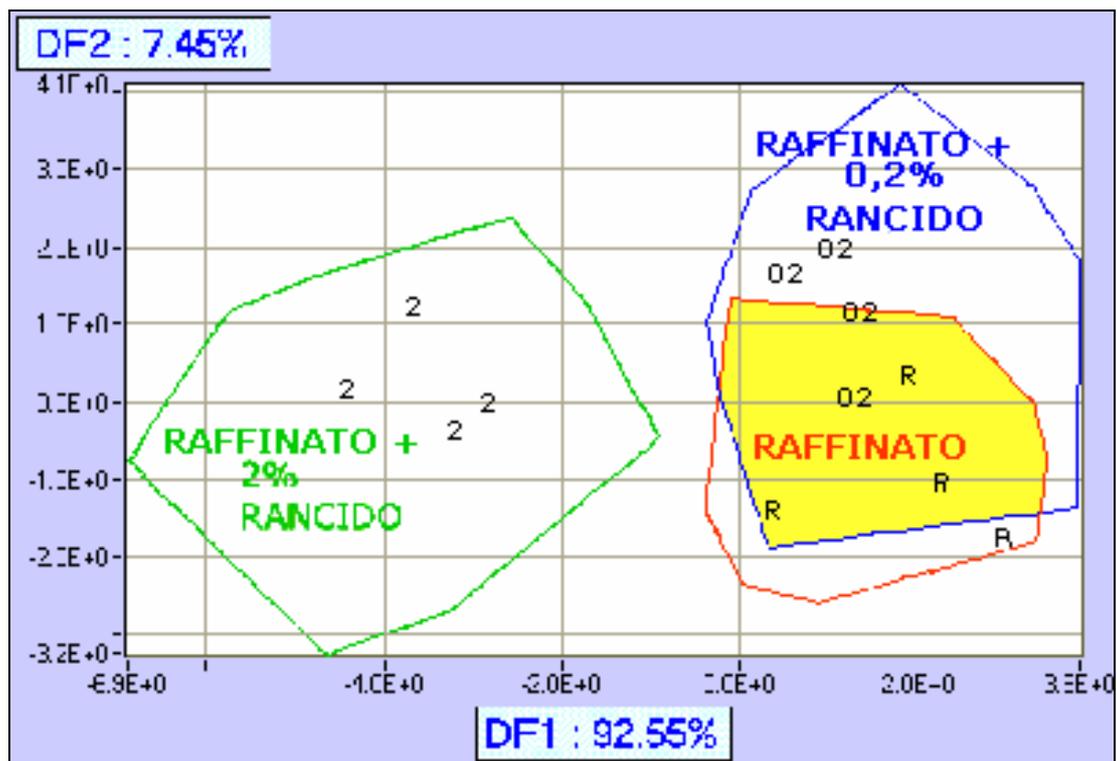


FIGURA 4

TABELLA 2

Nome	Identificazione	Gruppo	% di riconoscim.
PLAG03.9	No	R	0
PLAG04.9	Si	R	100.00
PLAG05.2	No	R	0
PLAG09.46	No	R	0
RA02G05.41	Si	02	100.00
RA02G06.33	No	R	0
RA02G07.7	Si	02	100.00
RA02G08.4	No	R	0
RA2G01.9	Si	2	100.00
RA2G03.5	Si	2	100.00
RA2G05.38	Si	2	100.00
RA2G06.19	Si	2	100.00

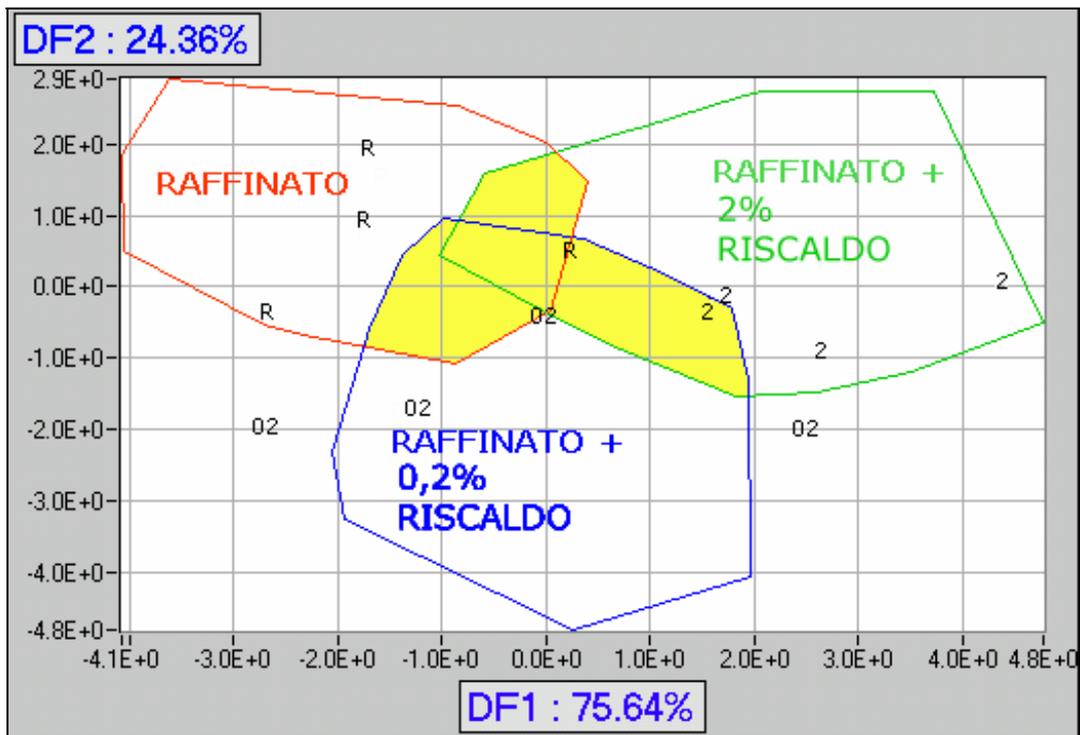


FIGURA 5

TABELLA 3

Nome	Identificazione	Gruppo	% di riconoscim.
PLAG04.8	Si	R	100.00
PLAG07.15	Si	R	100.00
PLAG08.7	No	R	0
PLAG09.46	Si	R	100.00
RI02G03.22	Si	02	100.00
RI02G04.28	No	02	0
RI02G06.50	No	02	66.76
RI02G10.11	No	02	60.88
RI2G03.44	No	02	0
RI2G04.24	Si	2	100.00
RI2G07.18	Si	2	100.00
RI2G09.15	Si	2	100.00

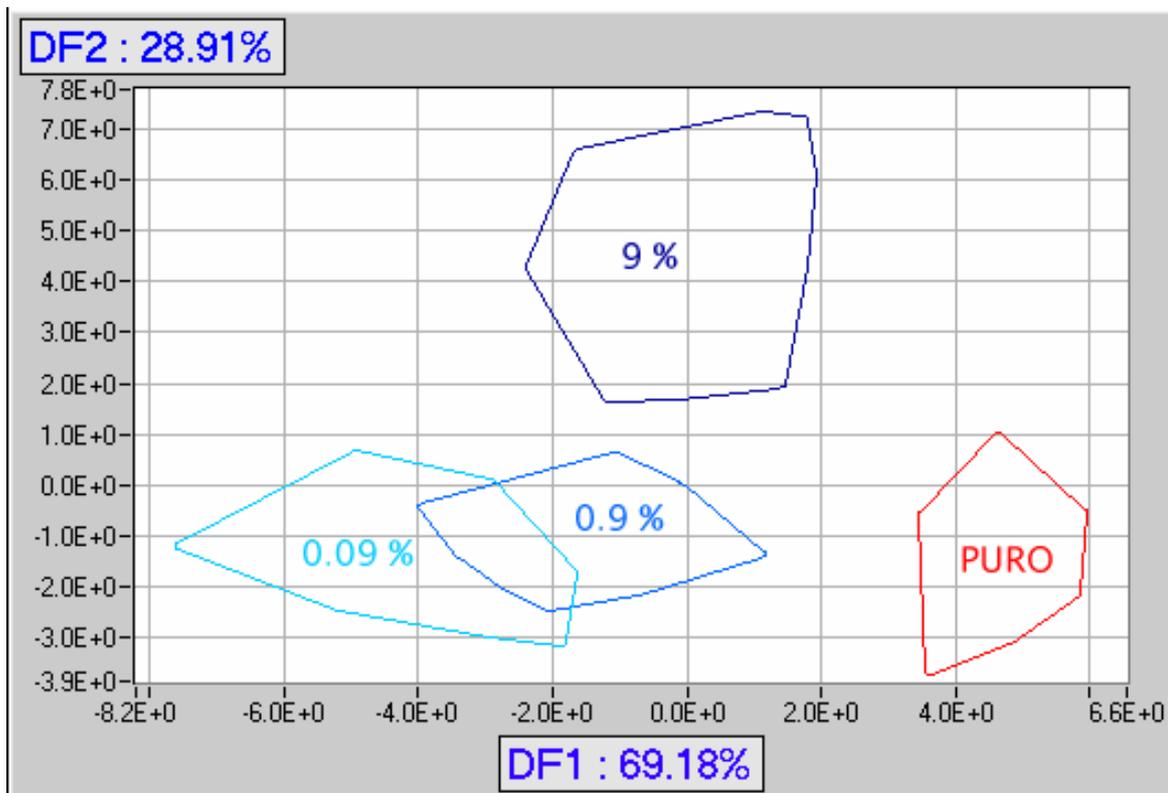
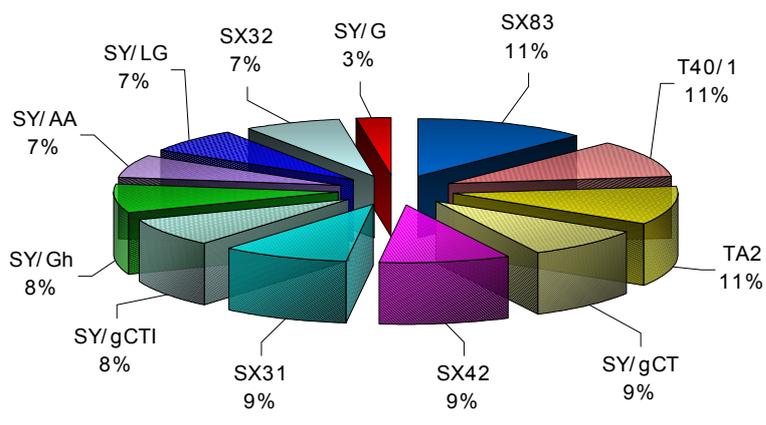
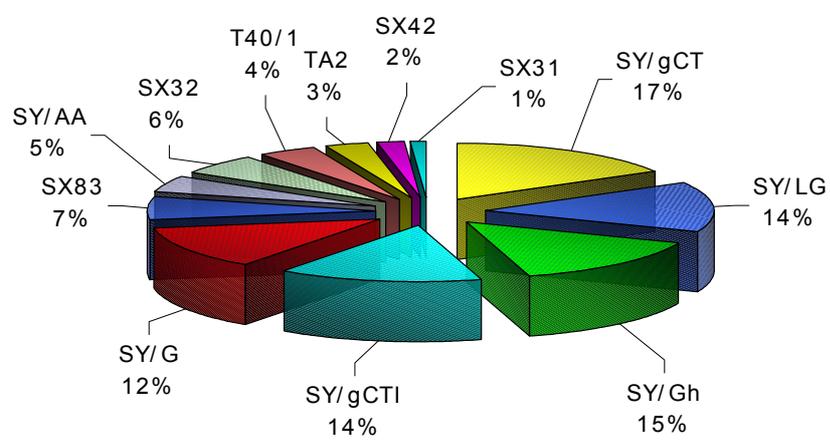


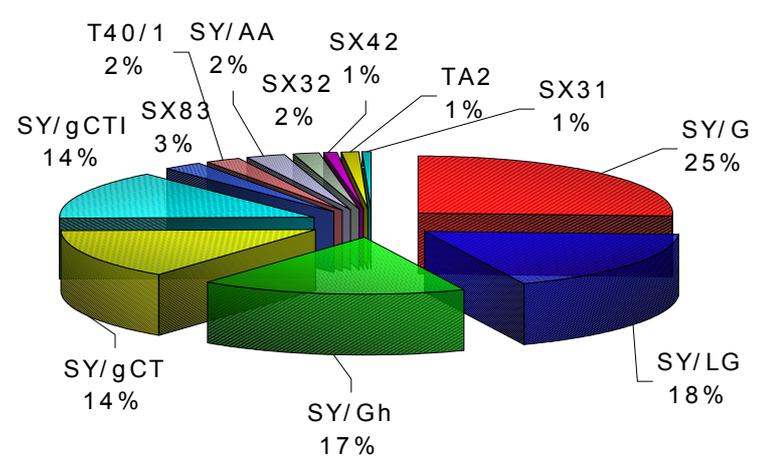
FIGURA 6



AVVINATO



RISCALDO



RANCIDO

FIGURA 7