

## INFLUENZA DELLE TECNICHE COLTURALI E DEL GRADO DI MATURAZIONE SUL **CONTENUTO DI ACIDO SCICHIMICO.**

**P. Tamborra, S. Suriano, A.R. Caputo, A.T. Toci, C. Giurato, A. Pichierri, F. Mazzone,  
D. Antonacci.**

CRA-UTV, Agricultural Research Council - Research Unit for Viticulture and Enology in  
Southern Italy. Via Casamassima, 148 - 70010 TURI (BA) - Italy tel. +39.080.8915711;  
fax + 39.080.4512925

Experimental Winery, Via Vittorio Veneto, 26 – 76121 Barletta  
e-mail: [donato.antonacci@entecra.it](mailto:donato.antonacci@entecra.it)

### **ABSTRACT**

Shikimic acid, a biosynthetic precursor of aromatic aminoacids and flavonoids (anthocyanins, flavonols, tannins) with strong anti-inflammatory activity, is considered a varietal marker. However, in a single variety the variability of shikimic acid was rather large. Therefore, it seemed useful to check the influence of the cultural practices and the degree of ripeness on the shikimic acid content. The results revealed a large decrease of shikimic acid during ripeness and a stability when varying cultural practises. However, the content of shikimic acid seems to depend on variety.

### **RIASSUNTO**

L'acido scichimico, precursore di amminoacidi con anello aromatico e di flavonoidi (antociani, tannini, flavonoli) con spiccata attività antinfiammatoria, viene considerato un marker varietale. Tuttavia, la sua variabilità all'interno di una cultivar risulta piuttosto ampia. Per questo motivo si è voluto investigare sul contenuto in acido scichimico delle uve nel corso della maturazione ed in funzione delle variabili agronomiche. I risultati di questo lavoro mostrano come l'acido scichimico diminuisca notevolmente nel corso della maturazione mentre rimanga piuttosto costante al variare delle tecniche colturali.

### **INTRODUZIONE**

L'acido shikimico è un precursore biosintetico di amminoacidi aromatici, come la fenilalanina e la tirosina, e di flavonoidi (tannini, antociani e flavonoli). Nell'industria farmaceutica è ottenuto dall'anice stellato cinese con una resa produttiva in acido shikimico del 3-7% e viene utilizzato per la produzione dell'antivirale Tamiflu. Sebbene l'acido shikimico sia presente in molti organismi autotrofi, rappresenta pur sempre un intermedio biosintetico e generalmente viene riscontrato in concentrazioni molto basse. Le quantità di acido scichimico presenti nei vini variano da pochi milligrammi nel caso dei Pinot fino a superare i 50 mg/L negli Chardonnay e nel Trebbiano Toscano (Versini et al., 2003) sebbene possano trovarsi vini con valori più elevati che superano i 100 mg/L.

Al contrario dei flavonoidi (antociani, flavonoli, tannini) presenti solo nelle bucce dell'uva, l'acido scichimico è presente nel succo insieme agli acidi idrossicinnamil tartarici (caffeico, paracumarico e ferulico). Pertanto, il loro contenuto nei vini bianchi può non essere trascurabile e la loro presenza può spiegare quanto studi epidemiologici hanno evidenziato ovvero che l'assunzione di vino bianco a dosaggi moderati apporta una ridotta incidenza di malattie cardiovascolari nell'uomo. Diversi studi hanno messo in evidenza le proprietà

biologiche dell'acido scichimico come antivirale (Giovannini et al. 2008), con spiccata attività antinfiammatoria, (El-Seedi et al. 2003), con un'attività inibente l'aggregazione piastrinica indotta da ADP e collagene (Wang et al., 1999) e con la capacità di prevenire il danno cerebrale dopo ischemia focale indotta da trombosi (Ma et al. 1999).

Il contenuto di acido scichimico è stato utilizzato per caratterizzare i vini monovarietali (Chabreyrie et al. 2008, von Baerl et al. 2007) e, nel caso delle uve del Sud d'Italia, la quantità di acido scichimico è stata utilizzata come marker varietale. Si è potuto distinguere l'Aglianico, che possiede contenuti medio-alti, da Negramaro, Primitivo ed Uva di Troia che invece hanno tenori più bassi (Tamborra et al. 2010) ed il Fiano di Avellino (valore alto) dal Fiano Minutolo (valore basso) (Tamborra et al. 2009). In Germania il contenuto di acido scichimico è stato impiegato per contestare vini Pinot che possedevano quantità di acido scichimico diverse da quelle considerate normali. Tuttavia, in seguito è stata sottolineata la variabilità dell'acido scichimico nei Pinot che è risultata piuttosto ampia dai pochi milligrammi per litro a 30-35 mg/L.

In questo lavoro vengono presentati i risultati relativi al contenuto di acido scichimico in funzione di variabili agronomiche (sistema di allevamento, carica di gemme, apporti idrici) e del grado di maturazione di uve provenienti dal campo catalogo dell'azienda Lamarossa di Rutigliano.

## MATERIALI E METODI

Sono state analizzate 18 varietà di uva (9 bianche e 9 nere) durante il periodo della maturazione per 4 campionamenti (per un totale di 67 campioni). Per ogni campione è stato determinato il peso medio bacca, quindi le uve sono state schiacciate ed il succo dopo centrifugazione veniva utilizzato per determinare il grado Brix, l'acidità titolabile ed il pH. Per quanto riguarda la variabilità del contenuto di acido scichimico in funzione delle variabili agronomiche, sono state analizzati i vini ottenuti da 5 varietà di uva per un totale di 140 campioni.

Per l'analisi degli acidi organici il succo veniva diluito 20 volte con acqua e congelato. Al momento dell'analisi, i campioni venivano scongelati, centrifugati, filtrati con filtro da 0,45 e quindi iniettati (volume di iniezione 20 µL) mentre, nel caso dei vini, i campioni venivano sottoposti ad ultrasuoni per 5 minuti allo scopo di eliminare la CO<sub>2</sub> presente, diluiti 20 volte ed iniettati.

Per l'analisi degli acidi organici mediante HPLC è stata impiegata una colonna Synergi Hydro-RP 80A (250 mm, 4,6 mm, 4µ) della Phenomenex utilizzando come fase mobile una soluzione di acido fosforico (1 mL di H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85% in 1 litro di acqua per HPLC) con flusso di 0,7 mL/min. La determinazione di piccole quantità di acido scichimico è facilitata dal suo elevato coefficiente di estinzione molare alla lunghezza d'onda di 210 nm.

## RISULTATI E DISCUSSIONE

La Tab. 1 riporta i risultati delle analisi riguardanti i contenuti di acido scichimico nel corso della maturazione della vendemmia 2011 di 9 varietà di uva da vino bianche ed altrettante di uve da vino nere provenienti dal campo catalogo dell'Unità di ricerca sito in contrada Lamarossa di Rutigliano (BA). Si evince che l'acido scichimico diminuisce notevolmente durante la maturazione delle uve e quindi il suo contenuto nei vini dipenderà fortemente dall'epoca della raccolta. E' come se la pianta non sintetizzasse più acido scichimico che era

necessario alla produzione di flavonoidi ed amminoacidi. In ogni caso, il confronto con i valori riscontrati in altre sperimentazioni (dati non riportati) ci fanno presumere una certa dipendenza varietale per cui esistono varietà a basso contenuto di acido scichimico quali Moscato b., Moscatello b., Minutolo b., Sangiovese n., Uva di Troia ed altre ad alto contenuto quali Bombino b., Pecorino b., Aglianico n.

**Tab. 1. Contenuti in acido scichimico nel corso della maturazione.**

Varietà	23-ago	31-ago	13-set	16-set
<b>Moscato b.</b>	5,5	2,6	1,9	1,3
<b>Moscatello b.</b>	6,4	3,3	1,3	1,6
<b>Grillo b.</b>	10,3	9,0	4,8	3,9
<b>Minutolo b.</b>	9,0	15,1	3,1	6,3
<b>Fiano b.</b>	nd	22,3	12,0	9,4
<b>Bombino b.</b>	52,2	34,8	29,3	15,5
<b>Mantonico b.</b>	13,9	15,5	11,3	16,4
<b>Greco b.</b>	27,1	38,5	24,8	30,4
<b>Pecorino b.</b>	68,3	75,3	43,8	37,5
<b>Montepulciano n.</b>	26,7	4,7	17,7	1,3
<b>Sangiovese n.</b>	nd	13,5	1,6	1,9
<b>Malvasia n.</b>	5,8	2,4	1,9	2,9
<b>Negroamaro n. (precoce)</b>	18,0	28,0	15,1	4,2
<b>Uva di Troia n.</b>	17,9	12,6	5,0	5,0
<b>Aglianicone n.</b>	12,9	11,3	4,8	5,5
<b>Susumaniello n.</b>	33,0	26,1	15,7	14,2
<b>Primitivo n. (precoce)</b>	nd	18,2	19,2	28,0
<b>Aglianico n.</b>	nd	59,2	44,1	36,4

La Tab. 2 riporta i risultati completi delle analisi effettuate sulle uve bianche della vendemmia 2011.

**Tab. 2. Cinetiche di maturazione delle uve bianche.**

DATA	23-ago	31-ago	13-set	16-set	23-ago	31-ago	13-set	16-set
VARIETA'	Minutolo b.				Greco b.			
Indice di Maturazione	14,00	19,16	32,30	21,04	4,84	8,82	18,54	17,61
pH	3,11	3,33	3,58	3,58	2,72	3,12	3,25	3,13
Acidità Totale g/L	9,00	7,73	5,33	6,75	27,68	18,15	11,33	11,93
°Brix	12,6	14,8	17,2	14,2	13,4	16	21	21
Peso Medio Acino g.	2,52	2,41	2,48	2,74	1,07	1,01	1,06	1,12
Acido Tartarico g/L	10,1	7,08	6,75	8,71	14,22	9,78	10,91	11,38
Acido Malico g/L	5,56	3,78	1,67	3,57	21,6	12,81	5,23	4,83
Acido Scichimico mg/L	9	15,1	3,1	6,3	27,1	38,5	24,8	30,4
Acido Citrico g/L	0,16	0,16	0,16	0,17	0,73	0,53	0,33	0,38

<b>VARIETA'</b>	<b>Mantonico b.</b>				<b>Grillo b.</b>			
Indice di Maturazione	7,97	16,98	17,38	20,91	14,02	21,29	23,93	26,67
pH	2,76	3,08	3,16	3,17	2,97	3,30	3,35	3,31
Acidità Totale g/L	18,83	12,60	11,63	10,43	11,70	8,93	8,78	7,20
°Brix	15	21,4	20,2	21,8	16,4	19	21	19,2
Peso Medio Acino g.	1,79	2,46	2,32	2,78	5,34	5,23	4,25	7,58
Acido Tartarico g/L	11,84	8,55	8,23	10,14	8,92	8,18	9,09	6,38
Acido Malico g/L	11,88	5,16	4,06	4,43	6,78	3,97	3,01	3,41
Acido Scichimico mg/L	13,9	15,5	11,3	16,4	10,3	9	4,8	3,9
Acido Citrico g/L	0,45	0,33	0,37	0,41	0,33	0,23	0,25	0,25
<b>VARIETA'</b>								
<b>VARIETA'</b>	<b>Bombino b.</b>				<b>Moscatello b.</b>			
Indice di Maturazione	17,71	16,39	25,43	26,05	17,14	38,20	42,31	42,07
pH	2,86	3,13	3,21	3,19	3,02	3,48	3,47	3,41
Acidità Totale g/L	9,38	9,15	6,45	6,53	10,50	5,55	5,63	5,33
°Brix	16,6	15	16,4	17	18	21,2	23,8	22,4
Peso Medio Acino g.	2,21	1,84	1,98	2,96	3,02	2,87	2,12	2,15
Acido Tartarico g/L	10,06	8,48	8,75	9,16	7,01	6,56	6,64	6,5
Acido Malico g/L	1,87	1,35	0,49	0,98	3,24	1,98	1,66	1,53
Acido Scichimico mg/L	52,2	34,8	29,3	15,5	6,4	3,3	1,3	1,6
Acido Citrico g/L	0,21	0,18	0,17	0,19	0,33	0,26	0,24	0,27
<b>VARIETA'</b>								
<b>VARIETA'</b>	<b>Fiano b.</b>				<b>Moscato b.</b>			
Indice di Maturazione	17,98	29,86	29,22	30,70	28,67	27,85	31,75	42,51
pH	2,96	3,35	3,41	3,25	3,24	3,30	3,47	3,65
Acidità Totale g/L	10,13	6,90	7,05	6,45	6,98	6,75	6,30	5,18
°Brix	18,2	20,6	20,6	19,8	20	18,8	20	22
Peso Medio Acino g.	1,72	1,74	1,93	1,86	2,62	2,52	2,51	3,2
Acido Tartarico g/L	nd	8,04	8,81	8,56	nd	7,38	7,19	6,36
Acido Malico g/L	nd	2,16	2,2	1,87	nd	2,3	1,75	1,15
Acido Scichimico mg/L	nd	22,3	12	9,4	nd	2,6	1,9	1,3
Acido Citrico g/L	nd	0,23	0,23	0,23	nd	0,27	0,29	0,26
<b>VARIETA'</b>								
<b>VARIETA'</b>	<b>Pecorino b.</b>							
Indice di Maturazione	28,68	24,28	27,14	26,92				
pH	3,09	3,42	3,44	3,42				
Acidità Totale g/L	7,95	9,23	8,48	7,88				
°Brix	22,8	22,4	23	21,2				
Peso Medio Acino g.	1,6	1,42	1,34	1,49				
Acido Tartarico g/L	9,62	9,33	9,51	9,86				
Acido Malico g/L	6,01	5,16	3,11	3,44				
Acido Scichimico mg/L	68,3	75,3	43,8	37,5				
Acido Citrico g/L	0,46	0,57	0,49	0,57				

Durante il periodo di osservazione che va dal 23 agosto al 16 settembre 2011 sono state studiate varietà di uva bianche sia precoci che tardive. Infatti, al primo campionamento incontriamo il *Moscato* già prossimo alla maturazione. Al secondo campionamento risultano quasi mature altre varietà aromatiche quali il *Minutolo* ed il *Moscatello* oltre al *Fiano*, leggermente aromatico. Al terzo campionamento il *Grillo* ed il *Pecorino* raggiungono un buon grado di maturazione mentre per ultime restano il *Greco*, il *Bombino* ed il *Mantonico*.

La maturazione comporta l'aumento del contenuto di zuccheri (grado Brix) e la diminuzione dell'acidità totale: il rapporto tra i due valori viene definito indice di maturazione. Il confronto tra questi ed i valori di acido scichimico mettono in evidenza una correlazione negativa: all'aumentare della maturazione, il contenuto di acido scichimico diminuisce. Unica eccezione il *Mantonico* che al quarto campionamento non è ancora entrato nella fase di maturazione completa.

In seguito a questi risultati, ne consegue che, volendo aumentare il contenuto di acido scichimico nel vino bianco e quindi i suoi benefici effetti dovuti alle sue proprietà biologiche (attività antinfiammatoria, inibizione dell'aggregazione piastrinica, prevenzione dei danni derivanti da trombosi) occorre intervenire sia sulla vendemmia anticipata sia sulla varietà.

Nello stesso periodo di osservazione (dal 23 agosto al 16 settembre 2011) sono state oggetto d'indagine varietà di uva nere con diverso grado di maturazione (Tab. 3).

**Tab. 3. Cinetiche di maturazione delle uve nere.**

DATA	23-ago	31-ago	13-set	16-set	23-ago	31-ago	13-set	16-set
<b>VARIETA'</b>	<b>Sangiovese n.</b>				<b>Aglianico n.</b>			
Indice di Maturazione	15,54	23,50	35,90	37,27	7,60	11,43	19,71	20,11
pH	2,91	3,29	3,42	3,39	2,73	3,02	3,32	3,26
Ac.Totale g/L	9,53	7,58	5,85	6,23	20,25	14,70	10,35	9,45
°Brix	14,8	17,8	21	23,2	15,4	16,8	20,4	19
Peso Medio Acino g.	1,88	1,47	2,28	1,8	2,08	1,98	2,48	1,9
Acido Tartarico g/L	9,09	6,57	5,92	8,01	nd	9,54	10,96	8,27
Acido Malico g/L	2,31	1,49	0,98	1,3	nd	8,49	4,81	5,62
Acido Scichimico mg/L	nd	13,5	1,6	1,9	nd	59,2	44,1	36,4
Acido Citrico g/L	nd	0,17	0,12	0,15	nd	0,52	0,55	0,52
<b>VARIETA'</b>	<b>Aglianicone n.</b>				<b>Susumaniello n.</b>			
Indice di Maturazione	15,46	23,85	35,44	36,36	17,64	21,09	24,68	28,81
pH	2,86	3,25	3,42	3,34	3,32	3,56	3,69	3,57
Ac.Totale g/L	10,35	7,80	5,93	5,78	9,98	8,25	7,05	6,53
°Brix	16	18,6	21	21	17,6	17,4	17,4	18,8
Peso Medio Acino g.	2,18	2,4	2,25	2,6	1,68	1,53	1,29	1,41
Acido Tartarico g/L	7,91	7,51	7,52	5,97	9,23	8,54	8,74	8,71
Acido Malico g/L	5,17	2,4	1,84	1,49	7,03	5,15	4,46	3,54
Acido Scichimico mg/L	12,9	11,3	4,8	5,5	33,0	26,1	15,7	14,2
Acido Citrico g/L	0,41	0,29	0,25	0,23		0,27	0,27	0,23
<b>VARIETA'</b>	<b>Negroamaro n. (precoce) O</b>				<b>Montepulciano n.</b>			
Indice di Maturazione	14,04	28,00	29,82	31,94	22,22	28,99	36,79	39,32
pH	2,73	3,34	3,55	3,44	3,09	3,44	3,52	3,41
Ac.Totale g/L	12,68	7,50	6,98	7,30	8,10	6,90	5,93	5,85
°Brix	17,8	21	22	23	18	20	21,8	23

Peso Medio Acino g.	1,25	1,13	1,91	1,18	2,3	2,11	2,34	2,09
Acido Tartarico g/L	7,39	6,82	8,38	8,07	6,05	4,73	6,62	5,03
Acido Malico g/L	5,37	3,73	2,66	2,02	2,29	2,04	1,27	0,65
Acido Scichimico mg/L	18,0	28,0	15,1	4,2	26,7	4,7	17,7	1,3
Acido Citrico g/L	0,35	0,31	0,33	0,33	0,21	0,17	0,21	0,12
<b>VARIETA'</b>	<b>Malvasia n.</b>				<b>Uva di Troia n.</b>			
Indice di Maturazione	24,60	43,78	48,44	50,67	28,74	36,84	50,32	52,43
pH	3,05	3,51	3,52	3,49	3,16	3,23	3,60	3,61
Ac.Totale g/L	7,73	5,03	4,50	4,50	6,75	5,70	4,65	4,43
°Brix	19	22	21,8	22,8	19,4	21	23,4	23,2
Peso Medio Acino g.	2,02	2,36	2,44	2,44	2,94	3,23	3,08	3,31
Acido Tartarico g/L	6,17	4,22	5,23	5,43	6,68	6,54	6,83	6,66
Acido Malico g/L	2,28	1,65	1,44	1,65	2,11	2,26	1,26	1,25
Acido Scichimico mg/L	5,8	2,4	1,9	2,9	17,9	12,6	5,0	5,0
Acido Citrico g/L	0,16	0,14	0,17	0,15	0,19	0,19	0,19	0,19
<b>VARIETA'</b>	<b>Primitivo n. (precoce) Q1</b>				<b>Primitivo n. Q2</b>			
Indice di Maturazione	22,13	42,12	40,51	38,10	nd	nd	38,10	35,56
pH	3,25	3,64	3,79	3,89	nd	nd		
Ac.Totale g/L	11,03	6,60	7,80	8,40	nd	nd	6,83	7,43
°Brix	24,4	27,8	31,6	32	nd	nd	26	26,4
Peso Medio Acino g.	2,43	2,07	1,78	2,23	nd	nd	2,74	2,65
Acido Tartarico g/L	nd	10,2	12,32	13,87	nd	nd	9,72	9,81
Acido Malico g/L	nd	3,39	3,39	4,62	nd	nd	3,15	3,98
Acido Scichimico mg/L	nd	18,2	19,2	28,0	nd	nd	15,7	19,2
Acido Citrico g/L	nd	0,27	0,35	0,41	nd	nd	0,27	0,29

Al primo campionamento risultano abbastanza mature *Primitivo* precoce e *Susumaniello*. Mentre al secondo campionamento risultano quasi mature *Malvasia*, *Montepulciano* e *Negramaro* precoce. Al terzo campionamento troviamo l'*Uva di Troia*, il *Sangiovese* e l'*Aglianico*. Ultima varietà a raggiungere la maturazione l'*Aglianico*.

Anche per le uve nere si è operato un confronto tra indice di maturazione ed i valori di acido scichimico. Il risultato mette in evidenza una correlazione negativa superiore a 0,90 in 6 varietà su un totale di 9. Pertanto, il contenuto di acido scichimico diminuisce in maniera molto stretta rispetto all'aumentare della maturazione.

#### *Influenza delle variabili agronomiche*

Infine, riportiamo i contenuti di acido scichimico dei vini ottenuti a partire da uve sottoposte a diverse variabili agronomiche quali sistema di allevamento (tendone, spalliera, alberello) (cortina, Guyot mono e bilaterale, cordone stretto e speronato), carica di gemme (alta e bassa) e diversificati apporti idrici (Tab. 4).

E' possibile notare come le deviazioni standard risultino contenute mentre notevole la differenza esistente tra il valore elevato di acido scichimico dei vini ottenuti da Cabernet Sauvignon rispetto a quelli provenienti dalle altre cv.

**Tab. 4. Contenuto di acido scichimico in funzione di variabili agronomiche.**

Varietà	Annata	Numero campioni	Media mg/L	dev. standard
<b>Primitivo</b>	2005	5	11,12	2,75
<b>Primitivo</b>	2006	9	5,3	1,34
<b>Primitivo</b>	2008	23	6,9	2,75
<b>Cabernet S.</b>	2005	5	78,76	5,86
<b>Montepulciano</b>	2006	9	23,53	2,52
<b>Malvasia n.</b>	2006	7	21,89	1,94
<b>Negramaro</b>	2006	17	10,67	1,83
<b>Negramaro</b>	2008	38	4,85	1,16
<b>Negramaro</b>	2009	27	4,41	1,52

## CONCLUSIONI

L'acido scichimico, precursore di amminoacidi con anello aromatico e di flavonoidi con spiccata attività antinfiammatoria, viene proposto come marker varietale. La presente ricerca è stata condotta per migliorare la conoscenza del suo contenuto nelle uve di diversi vitigni nel corso della maturazione ed al variare delle tecniche colturali. La variabilità del suo contenuto, per una stessa cultivar, risulta piuttosto ampia. I risultati di questo lavoro mostrano che l'acido scichimico diminuisce notevolmente nel corso della maturazione, rimane piuttosto costante al variare delle tecniche colturali, è influenzato dalla varietà.

## RINGRAZIAMENTI

Lavoro effettuato con finanziamento MIPAF-CIPE, Progetto di ricerca Vitivin-valut: *Progetto per il miglioramento qualitativo delle produzioni vitivinicole e dell'uva da tavola nel Mezzogiorno d'Italia.*

## BIBLIOGRAFIA

- Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. 2003, Trattato di Enologia II, Edagricole.
- Versini G., Mattivi F., Moser S., Pisoni A., Volontario G. (2003). Shikimic acid quantification in experimental mono-varietal white wines produced in Italy. Proc. 7th Int. Symp. of Oenology, Lavoisier-Tec & Doc, Paris, pp.166-169
- Giovannini L., Guidi A., Settimini L., Toti L., Mannari C., Flak W.Y., Bertelli A. (2008). Attività immunomodulatoria dell'acido scichimico e della quercetina, due composti presenti nel vino bianco, in un modello sperimentale in vitro. 31 Congresso Mondiale della Vigna e del Vino. Verona, 15-20 Giugno.
- El-Seedi HR, Ringbom T., Torsell K., Bohlin L. (2003). Constituents of *Hypericum laricifolium* and their cyclooxygenase (COX) enzyme activities. Chem. Pharm. Bull. 51:1439-1440.
- Ma Y., Xu QP, Sun JN, Bai LM, Guo YJ, Niu JZ (1999). Antagonistic effects of shikimic acid against focal cerebral ischemia injury in rats subjected to middle cerebral artery thrombosis. Acta Pharm Sin 20:701-704.
- Dietrich von Baerl, Mardones C., Gutiérrez L., Hofmann G, Hirschfeldl A., Vergara1 C. (2007). Anthocyanin, Flavonol, and Shikimic Acid Profiles as a Tool to Verify Varietal

- Authenticity in Red Wines Produced in Chile. Authentication of Food and Wine, Chapter 15, pp 228–238, American Chemical Society.
- Chabreyrie D., Chauvet S., Guyon F., Salagoity MH., Antinelli J.F. Medina B.(2008). Characterization and quantification of grape variety by means of shikimic acid concentration and protein fingerprint in still white wines. *J.Agric. Food Chem.*, 2008 Aug 27;56(16):6785-90.
- Tamborra P., Piracci A., Coletta M., Esti M. (2009). Ottimizzazione delle tecnologie di vinificazione per l'incremento dell'aroma del Fiano. *Atti AIVV*.
- Tamborra P., Esti M. (2010). Authenticity markers in Aglianico, Uva di Troia, Negramaro and Primitivo grapes. *Analytica Chimica Acta*, vol. 660,221-226.