



## **Cosa è**

La criomacerazione pre-fermentativa è una tecnologia innovativa, che prevede che le uve vengano poste a diretto contatto con un criogeno per raggiungere temperature medie inferiori ai 10°C, e quindi tali da non consentire l'instaurarsi della fermentazione alcolica. Solitamente il mosto viene portato a 4 – 5°C, temperature che viene mantenuta per un tempo variabile tra uno e cinque giorni con conseguenti vantaggi organolettici per il vino finito descritti in seguito.

## **I criogeni**

In virtù delle caratteristiche che li contraddistinguono e, in particolare, della loro atossicità, ridotta reattività, costo contenuto e facilità di reperimento, l'anidride carbonica allo stato solido o liquido e l'azoto allo stato liquido rappresentano i criogeni più frequentemente impiegati in campo alimentare in generale ed in quello enologico in particolare.

### **Caratteristiche chimico fisiche dei due criogeni considerati**

**L'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)** può esistere a pressione ambiente, sia allo stato solido (CO<sub>2,s</sub> =neve carbonica, ghiaccio secco) sia aeriforme, in funzione della temperatura impiegata (Landi, Frati 2000), giustificando almeno così in parte, il suo diffuso uso allo stato solido (polvere, pellet, o blocchi) come fonte di frigoriferie nelle aziende anche di piccole dimensioni.

L'anidride carbonica è reperibile sul mercato anche allo stato liquido, all'interno di recipienti dove venga mantenuta una pressione più o meno elevata in funzione della temperatura utilizzata. Viene infatti commercializzata allo stato liquido in bombole per essere mantenuta a temperatura ambiente a una pressione pari al corrispondente valore della sua tensione di vapore, o all'interno di serbatoi criogenici, dove viene conservata a 20°C a una pressione di circa 20 atmosfere.

Lasciando espandere liberamente l'anidride carbonica liquida, operando a pressione atmosferica, si ottengono CO<sub>2</sub> solida (neve carbonica) e CO<sub>2</sub> vapore tra loro in equilibrio a una temperatura di -80°C in proporzioni variabili in funzione delle condizioni (P e T) che caratterizzavano la fase liquida sottoposta ad espansione.

**L'azoto (N<sub>2</sub>)**, un gas biatomico, incolore, inodore, particolarmente stabile e poco reattivo, viene commercializzato come criogenico in forma liquida all'interno di appositi dei serbatoi, dove la temperatura è pari circa a -195°C.

### **Consumi teorici**

Le caratteristiche chimico fisiche riportate in tabella 1 permettono di calcolare le quantità di criogeno che devono essere impiegate allo scopo di assicurare il desiderato effetto tecnologico ad esempio la quantità di criogeno necessaria per raffreddare di 1°C un hl di mosto è pari a circa 0,6kg se si impiega CO<sub>2</sub> allo stato solido e diviene circa il doppio se si utilizza CO<sub>2</sub> liquida, mentre sarebbero necessari 1,9Kg di azoto liquido N<sub>2</sub> per conseguire lo stesso risultato. Questi valori risultano largamente indicativi considerando la variabilità indotta dalle condizioni di utilizzo, e in particolare, dalle modalità di erogazione del criogeno e dal potere isolante esercitato dal materiale impiegato nella realizzazione del recipiente utilizzato nella fase di criomacerazione.



Tabella 1  
principali parametri chimico-fisici dei due criogeni largamente impiegati in campo alimentare

PARAMETRO	U.M.	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
Peso molecolare	g mole <sup>-1</sup>	44,01	28,02
Temperatura al punto triplo	°C	-56,4	-209,9
Pressione al punto triplo	Atm	5,1	92,9
Temperatura di ebollizione a P= 20 atm.	°C	-20,0	-195,8
Calore specifico a P= 1 atm	°C	-78,5	--
Temperatura di fusione a P= 20 atm.	°C	--	-210,5
Calore specifico a P= 1 atm. e T= 0°C	Cal * g <sup>-1</sup> * K <sup>-1</sup>	0,17	0,25
Densità del gas a P=1 atm. e T =15°C	gl * L <sup>-1</sup>	1,87	5,22
Densità del liquido a P=1 atm. e T -195°C	calorie * mole <sup>-1</sup>	--	808,10
Calore latente di evaporazione	calorie * mole <sup>-1</sup>	--	1335
	calorie * mole <sup>-1</sup>	--	172

### ***Effetti indotti sulle uve e sul mosto dalla criomacerazione***

A seguito del contatto diretto del criogeno con l'epidermide del frutto si induce il parziale congelamento dell'acqua intracellulare presente nelle uve integre o parzialmente ammostate. Il conseguente aumento di volume, dovuto al passaggio di stato dell'acqua provoca la lacerazione delle membrane cellulari (crash cellulare) e facilita quindi la diffusione in fase liquida dei composti (sostanze fenoliche, aromi polisaccaridi) presenti nelle cellule ancora integre dell'uva e, in particolare, di quelle delle bucce e dei vinaccioli (Cuenat et al. 1996). Inoltre l'assenza di etanolo nel mezzo solvente limita l'estrazione dei tannini più complessi e astringenti dai vinaccioli, consentendo di produrre vini più equilibrati e morbidi al palato. Il cospicuo quantitativo di gas che si libera a seguito del contatto mosto-criogeno permette di limitare l'assorbimento dell'ossigeno all'interno della massa liquida e preservare così dalla ossidazione non solo i composti fenolici in generale e gli antociani in particolare, ma anche i componenti aromatici che si liberano, grazie all'intervento degli enzimi ad attività β -glucosidasi, dall'unità glicidica a cui sono uniti per trasferirsi in fase gassosa, dove potranno interagire con i nostri recettori olfattivi. Alla particolare situazione della compartimentazione cellulare che si viene a instaurare a seguito del crash cellulare sarebbe dovuta l'elevata attività espressa da questa componente enzimatica solitamente inibita dalla imponente concentrazione zuccherina del mosto (Di Stefano 1989). A questo particolare meccanismo sarebbe, inoltre, dovuta l'espressione di quei sentori varietali tipici dei vitigni non aromatici (Castino 1989). Inoltre operando a queste temperature viene a essere più significativamente rallentata la cinetica connessa alla ossidazione degli antociani di quanto lo sia quella relativa alla loro estrazione dall'epidermide dell'uva, e quindi il mosto e il vino finito tendono ad assumere tonalità di colore più vive ed intense (Andrich et al. 2004). La criomacerazione rappresenta quindi una tecnica enologica in grado di mettere in evidenza le caratteristiche chimico-composizionali e organolettiche delle uve impiegate (Cuenat et al. 1996) anche se queste non sembrano particolarmente pregevoli per produrre vini più ricchi di colore e profumi (Blouin et al. 2000, Feuillat 2000, Heatherbell et al. 1996). Questa potenzialità tende ad assecondare le attuali richieste del consumatore che predilige i vini facilmente identificabili, fortemente legati al territorio di produzione, rispetto ai prodotti che, pur privi di difetti, risultino carenti di personalità ed originalità.



## **Attività sperimentale lo scopo**

Le uve sangiovese caratterizzate da un ragguardevole tenore in componenti aromatici e fenolici ma carenti in componenti colorati (antociani), appaiono particolarmente adatte ad esaltare le potenzialità enologiche della criomacerazione, e sono state quindi vinificate utilizzando questa tecnologia innovativa. le principali caratteristiche compositive ed organolettiche dei vini ottenuti utilizzando due diversi criogeni (CO<sub>2</sub> solida, N<sub>2</sub> liquido) impiegati a più temperature (-5, 0, + 5°C per la CO<sub>2</sub> , 0 , +5°C per N<sub>2</sub>) e all'interno di serbatoi realizzati con materiali diversi (legno, acciaio), sono state confrontate con quelle ottenute per vini prodotti in accordo al protocollo di vinificazione normalmente adottato come indicato in tabella 2, nelle due aziende coinvolte nella sperimentazione e ubicate nella zona di produzione del chianti classico (A) e in quella del Brunello (B).

Tabella 2				
Schema sperimentale adottato				
<b>AZIENDA</b>	<b>TIPO DI MACERAZIONE</b>	<b>CRIOGENO UTILIZZATO</b>	<b>TEMPERATURA MACERAZIONE</b>	<b>METERIALE DEL VASO VINARIO</b>
A	Tradizionale	/	23-26°C	Acciaio inox
	Criomacerazione	CO2	-5°C	Acciaio inox
	Criomacerazione	N2	+5°C	Acciaio inox
	Criomacerazione	N2	0	Acciaio inox
B	Tradizionale	/	25-28°C	Legno
	Criomacerazione	CO2	+5°C	Legno
	Criomacerazione	CO2	+5°C	Acciaio inox

## **Materiali e metodi**

Le prove sperimentali sono state condotte, in accordo al protocollo sperimentale riportato in tabella 2, in collaborazione con lo studio vinovigna di Empoli, presso le cantine di due note aziende vitivinicole toscane ubicate rispettivamente nella zona di produzione del chianti classico (A) e del brunello di Montalcino (B), che producono vini che si collocano in fasce di prezzo decisamente diverse (B>A). Mentre nella azienda A sono stati impiegati due criogeni (CO<sub>2</sub> solida e N<sub>2</sub> liquido) a tre diverse temperature di criomacerazione (-5, 0, +5°C), presso l'azienda B sono state eseguite due prove di criomacerazione utilizzando lo stesso criogeno (CO<sub>2</sub>) alla stessa temperatura (5°C), ma all'interno di vasi vinari di diverso materiale (legno, acciaio).

## **Tecnica**

All'uva preventivamente pigiata e diraspata, vennero addizionati 10g/hl di metabisolfito di potassio, 20g/hl di estratto di lievito (fermaid E Lallemand) e 20g/hl di lieviti selezionati (ceppo saccaromyces cerevisiae D254 Lallemand), liofilizzati e preventivamente reidratati. Dopo 48 ore dall'inizio della fermentazione furono aggiunti 20g/hl di Sali ammoniaci (Nutrient Lallemand). Nelle tesi criomacerate la metà dei lieviti utilizzati venne addizionata all'inizio della fase di criomacerazione, mentre la restante metà (10g/hl) venne aggiunta all'inizio della fermentazione alcolica. Questa seconda aliquota è stata inizialmente sottoposta a un pre-adattamento al mezzo di reazione mediante la realizzazione di un pied de cuve, ottenuto addizionando (T=20°C; t=30 minuti) a 500 g di lieviti reidratati in 5 litri di acqua (T= 35/38°C), 10 litri di un pigiato d'uva privo di metabisolfito e 20 g/hl di Sali ammoniaci. Quando questa soluzione raggiunse i 28°C, fu addizionato mosto fresco in tre aliquote distanziate tra loro di un ora per cui la temperatura della massa dell' inoculo così preparato si attestò attorno ai 13°C. Il pigiato venne quindi portato alla temperatura desiderata mediante addizioni successive del criogeno utilizzato.



La vinificazione con criomacerazione si diversifica da quella tradizionale nel corso delle seguenti fasi:

- abbattimento della temperatura media del pigiato fino a raggiungere la temperatura desiderata ( $T_{\text{desiderata}} \pm 1^\circ\text{C}$ ) mediante l'impiego del criogeno prescelto ( $\text{CO}_2$  solido,  $\text{N}_2$  liquido);
- omogeneizzazione termica della massa mediante delestage, rimontaggi e follature;
- controllo periodico della temperatura della massa sottoposta a criomacerazione;
- incremento della temperatura del mosto criomacerato fino a raggiungere  $\pm 15^\circ\text{C}$ , per consentire l'instaurarsi della fermentazione alcolica;
- inoculo della seconda aliquota dei lieviti preventivamente adattati agli sbalzi termici

I vini finiti sono quindi stati analizzati per determinarne le principali caratteristiche chimico-fisiche e compositive (pH, acidità totale, acidità volatile, zuccheri riduttori residui, estratto secco, glicerina, A.P.A., proteine, intensità colorante, tonalità del colore, antociani totali e liberi, fenoli totali, proantocianidine), utilizzando le metodiche analitiche riportate in letteratura (Lotti e Galoppini 1988, DiStefano e Guidoni 1989). Per ogni determinazione analitica sono stati raccolti tre campioni diversi. Ogni valore riportato rappresenta, quindi, la media di tre repliche e questo ha permesso di valutarne anche l'affidabilità statistica e quindi di effettuare un confronto tra i dati ottenuti analizzando le diverse tesi sperimentali prodotte sottolineando l'eventuale esistenza di differenze statisticamente significative. Inoltre al fine di accertare l'eventuale esistenza di tali differenze all'interno dei valori ottenuti per uno stesso parametro chimico compositivo al variare della macerazione effettuata, i dati ottenuti sono stati sottoposti alla analisi della varianza per classi di ampiezza variabile. Mentre per accertare se la differenza intercorrente tra due tesi sperimentali fosse o meno significativa, è stato utilizzato il test del  $Q_{0,05}$ , che permette di calcolare la minima differenza statisticamente significativa (D) che deve essere superata perché i valori analizzati possano essere ritenuti con il 95% di probabilità ( $p=0,05$ ) statisticamente diversi (Snwedecor e Cochran 1979).

## **Discussione**

In tabella 3 vengono riportati i valori assunti dai parametri analizzati (pH, acidità totale, acidità volatile, zuccheri riduttori residui, estratto secco, glicerina, A.P.A., proteine, intensità colorante, tonalità del colore, antociani totali e liberi, fenoli totali, proantocianidine), nei vini prodotti in accordo al protocollo di vinificazione normalmente seguito nelle due aziende A e B coinvolte in questa attività sperimentale (vini testimone). I dati ottenuti analizzando i diversi vini prodotti presso la stessa azienda in accordo alla modalità di macerazione previste dal protocollo sperimentale riportato in tabella 2, furono sottoposte ad analisi della varianza (test della F), per verificare l'eventuale esistenza di almeno una differenza statisticamente significativa tra i valori elaborati. I parametri chimico fisici e compositivi trovati positivi al test della F, sono stati riportati in tabella 4, unitamente al relativo grado di affidabilità statistica (95 e 99%) e al valore calcolato per il parametro D, che rappresenta il valore minimo della differenza che deve intercorrere tra due valori perché questi possano essere ritenuti statisticamente diversi con il 95% di probabilità ( $p=0.05$ ). Al fine di permettere un più facile raffronto tra i dati relativi ai parametri considerati e in particolare con quello ottenuto per il vino testimone prodotto nelle due aziende (A e B) sedi della sperimentazione, i valori analitici sono stati espressi come variazione percentuale rispetto al testimone di riferimento;  $\text{Variazione}\% = (X_{J,A/B} - X_{T,A/B}) * 100 / X_{T,A/B}$ , dove:

$X_{J,A/B}$  = valore ottenuto operando in accordo con la J-iesima tesi prevista per l'azienda A o B;  
 $X_{T,A/B}$  = corrispondenza valore ottenuto per il vino testimone prodotto nella azienda A o B.



Nel grafico 2 vengono riportati i valori percentuali che attestano quanto i dati analitici connessi al contenuto di proteine presenti nei vini ottenuti seguendo i protocolli di produzione previsti dalle diverse tesi sperimentali analizzate e in particolare del criogeno impiegato delle condizioni operative seguite e del contenitore utilizzato durante la macerazione delle uve, si discostino dal valore fornito dal corrispondente testimone. Mentre nella azienda A i valori ottenuti per i vini criomacerati pur non diversificandosi tra loro in modo statisticamente significativo, risultano significativamente diversi dal testimone, nella azienda B nessuna differenza tra i dati ottenuti supera la soglia (D) di significatività indicando come in questo caso l'utilizzo della criomacerazione non abbia apportato nessun incremento significativo nel contenuto in proteine. Ciò evidenzia come la tecnologia di base di vinificazione impiegata nella produzione del vino testimone influenzi marcatamente i risultati della sperimentazione. Infatti il protocollo di vinificazione utilizzato per produrre il più costoso vino testimone B prevede un lungo periodo di sosta sulle fecce di fermentazione che induce l'accumulo, all'interno del prodotto finito, delle proteine liberate a seguito della lisi cellulare dei lieviti (tabella 3). Ci non accade nel vino testimone della azienda A che, non avendo avuto l'apporto dei prodotti della lisi dei lieviti, si diversifica significativamente per questo parametro dai corrispondenti prodotti criomacerati, che appaiono più ricchi di proteine derivanti dal crash delle cellule dei lieviti aggiunti prima di procedere al trattamento con il criogeno. A seguito del crash cellulare si liberano in fase liquida anche i componenti più pregiati dell'uva e fra questi i componenti fenolici che, nelle tesi criomacerate, si accumulano in soluzione protetti dall'atmosfera inerte assicurata dal passaggio in fase vapore di consistenti volumi di criogeno impiegato in questa fase ( $\text{CO}_2$  solida e  $\text{N}_2$  liquido). Viene così giustificato il significativo incremento percentuale riportato nel grafico 3, che anche in questo caso risulta più evidente per il vino A rispetto al più costoso vino B. Infatti mentre nel caso di A tutte le tesi valutate si differenziano significativamente dal relativo testimone, quella condotta presso l'azienda B, utilizzando un serbatoio di legno, non appare anche se per poco, diversa dal testimone, probabilmente a causa della maggiore presenza di  $\text{O}_2$  che questo tipo di vaso vinario tende ad assicurare. Il diverso valore medio raggiunto dalla temperatura, il tipo di criogeno impiegato e il materiale utilizzato nella realizzazione del tino vinificatore (acciaio inox, legno) non sembrano in grado di influenzare significativamente l'estrazione di questi componenti dalle parti solide delle uve, visto che le differenze che intercorrono tra le diverse prove condotte nelle due aziende sedi della sperimentazione non superano mai i valori calcolati per il parametro D. Anche i dati relativi alle concentrazioni dei tannini a più ridotto peso molecolare (proantocianidine, grafico 4) appaiono significativamente diversi dai rispettivi testimoni. Ma contrariamente a quanto osservato per il contenuto in fenoli totali si notano differenze statisticamente significative al variare del criogeno impiegato ( $\text{N}_2$  liquido  $T=-0^\circ\text{C}$ ;  $\text{CO}_2$  solida  $T=-5^\circ\text{C}$ ), della temperatura adottata ( $\text{N}_2$  liquido  $T=-5^\circ\text{C}$ ;  $\text{N}_2$  liquido  $T=-0^\circ\text{C}$ ) e del tipo di vinificatore usato ( $\text{CO}_2$  solida  $T=5^\circ\text{C}$  acciaio inox;  $\text{CO}_2$  solida  $T=5^\circ\text{C}$  legno). Mentre un confronto tra i due criogeni utilizzati nel corso di questa sperimentazione è reso più complesso dalla concomitante variazione, oltre che del loro stato fisico, anche dalla temperatura di utilizzo, l'impiego dello stesso criogeno ( $\text{N}_2$  liquido) a  $5^\circ\text{C}$  sembra fornire risultati migliori in quanto accade operando a  $0^\circ\text{C}$ . Probabilmente le temperature più ridotte non solo tendono a rallentare i processi estrattivi ma riducono anche la solubilità di questi composti nel mosto. Confermando quanto osservato in precedenza l'impiego a parità delle altre condizioni, di un ambiente più ossidante (tino in legno rispetto all'acciaio inox) riduce significativamente la concentrazione con cui le proantocianidine sono presenti in soluzione. Analoghe conclusioni possono essere riportate anche per gli antociani totali (grafico 5) che, essendo più sensibili alle ossidazioni delle proantocianidine, non si diversificano significativamente dal vino testimone nella azienda B e che quindi non evidenziano l'impiego di tini realizzati con materiali diversi una possibilità significativa fonte di variabilità. Anche in questo caso, la diversa tipologia di prodotto normalmente commercializzato dalle due aziende rende conto delle differenze riscontrate, per cui il vino di più elevato pregio (B) viene ad essere normalmente prodotto utilizzando tutti gli accorgimenti che ne preservano il colore e quindi trova nell'utilizzo della criomacerazione un incremento qualitativo percentualmente inferiore a quello evidenziato dal prodotto di minor pregio commerciale (A). I valori trovati per gli antociani liberi (grafico 6) tendono ad avvalorare queste considerazioni, anche se in questo caso non si notano differenze significative utilizzando lo stesso criogeno a valori diversi di temperatura ( $\text{N}_2$  liquido  $T=-5^\circ\text{C}$ ;  $\text{N}_2$  liquido  $T=-0^\circ\text{C}$ ). La spiccata sensibilità all'ossidazione propria di questa frazione fenolica viene ben evidenziata dalla concomitanza presenza di una differenza statisticamente tra criomacerato e testimone, quando si operi utilizzando un tino in acciaio inox, differenza che viene a mancare vinificando in una





Via D.Albertario 51  
61032 Fano (PU)

**Criomacerazione pre fermentativa**  
**Appunti e tecnica sperimentale di realizzazione**

atmosfera più ossidante tipica di un serbatoio in legno. Ma le note più incoraggianti per l'impiego di questa tecnica vengono dai dati raccolti per le diverse tesi analizzate relativamente alla acidità volatile (grafico 7), la cui diminuzione percentuale rispetto ai relativi testimoni appare sempre significativa, anche se non si notano differenze statisticamente probanti al variare del criogeno, della temperatura e del tipo di vinificatore utilizzato. Probabilmente quell'inoculo parziale di lieviti effettuato prima del trattamento col criogeno permette di operare in condizioni di sicurezza microbiologica tali da evitare che si realizzi un consistente accumulo di acido acetico. Inoltre, alla degustazione, i vini ottenuti per criomacerazione presentavano un contenuto in componenti aromatici primari (aromi di fruttato) decisamente più intensi dei relativi testimoni.

**Risultati**

Questa tecnologia innovativa di vinificazione, permettendo di preservare sia i componenti coloranti sia quelli aromatici delle uve impiegate, appare in grado di assicurare un elevato livello qualitativo al vino finito, che diviene così più morbido, più rotondo ed equilibrato, oltre che più ricco di profumi varietali. La produzione di vini tipici fortemente legati al vitigno impiegato e al territorio, che si diversificano dai prodotti più standardizzati reperibili sul mercato così da essere facilmente identificabili dal consumatore, può trovare in questa tecnologia innovativa un valido strumento per evidenziarne le peculiarità. Inoltre sono proprio i prodotti di fascia di prezzo più basso a beneficiare maggiormente di questo incremento qualitativo, per produrre un vino che si colloca a livelli più elevati di quello normalmente immesso sul mercato, giustificando così l'aggravio finanziario e operativo che questa pratica enologica comporta.

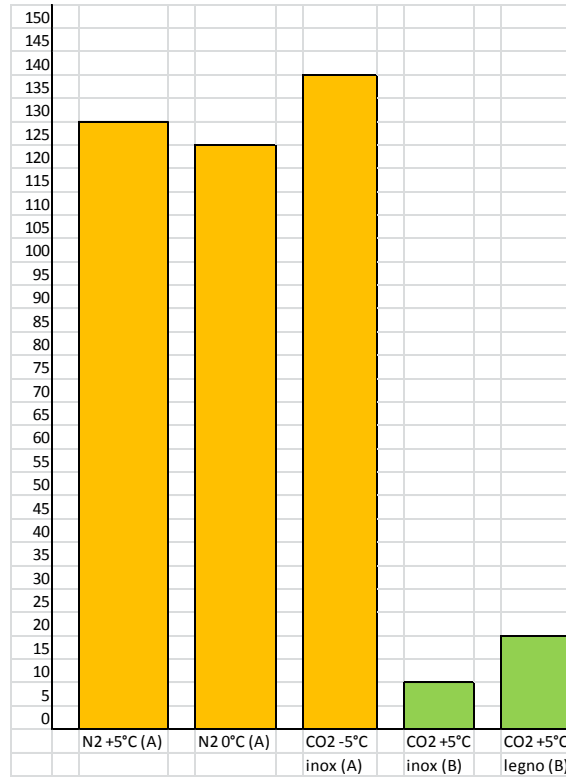
**Tabella 3**  
valori assunti dai parametri analizzati

PARAMETRO ANALITICO	VINO TESTIMONE A	VINO TESTIMONE B
pH	3.53 +/- 0.05	3.27 +/- 0.02
Acidità totale (g/L ac. Tartarico)	6.62 +/- 0.20	8.05 +/- 0.20
Acidità volatile (g/L ac. Acetico)	0.37 +/- 0.03	0.45 +/- 0.02
Zuccheri residui (g/L)	Tracce	Tracce
Estratto secco (g/L)	19.88 +/- 0.50	25.54 +/- 0.50
Ceneri (g/L)	2.83 +/- 0.07	2.19 +/- 0.50
Glicerina (g/L)	8.34 +/- 0.21	7.81 +/- 0.19
A.P.A. (mg/L)	78.96 +/- 2.22	100.52 +/- 2.51
Proteine (mg/L)	130.41 +/- 27.32	342.43 +/- 8.64
Intensità colorante	15.87 +/- 0.20	24.92 +/- 0.62
Tonalità colorante	0.97 +/- 0.03	0.75 +/- 0.02
Antociani totali (g/L malvidina)	0.19 +/- 0.04	0.62 +/- 0.05
Antociani liberi (g/L malvidina)	0.17 +/- 0.02	0.48 +/- 0.04
Fenoli totali (g/L catechine)	1.90 +/- 0.16	3.33 +/- 0.23
Protoantocianidine totali (g/L catechine)	1.05 +/- 0.02	2.10 +/- 0.13

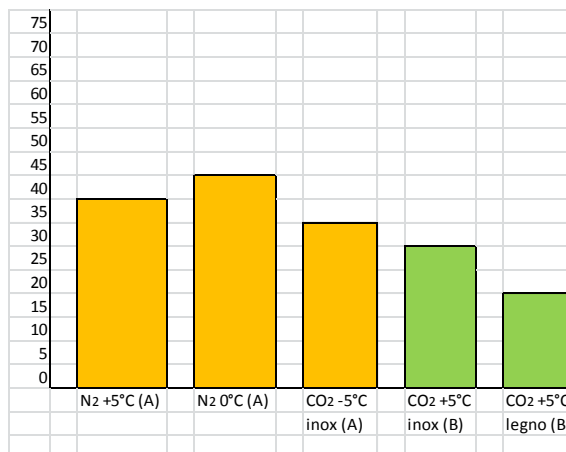
**Tabella 4**  
valore assunto dalla F di Fischer, sua affidabilità e valore della differenza minima che intercorre tra i dati analizzati perché si possano ritenere con il 95% di probabilità statisticamente diversi (test della D)

PARAMETRO ANALITICO	A		B	
	VALORE ASSUNTO DALLA F E DALLA SUA AFFIDABILITA' STATISTICA	D	VALORE ASSUNTO DALLA F E DALLA SUA AFFIDABILITA' STATISTICA	D
Aacidità volatile	F=14.00 (99)	0.07	F=22.75 (99)	0.05
Fenoli totali	F=22.20 (99)	0.31	F=14.63 (99)	0.47
Antociani totali	F=31.40 (99)	0.08	F=4.82 (n.s.)	0.10
Antociani liberi	F=31.24 (99)	0.04	F=5.50 (95)	0.08
Protoantocianidine	F=58.45 (99)	0.04	F=22.58 (99)	0.27
Proteine	F=45.10 (99)	5.46	F=0.27 (n.s.)	7.00

**n-s.** =non significativo esistenza di almeno una differenza statisticamente significativa con in 95% (p=0,05) o il 99% (p=0.01) di probabilità



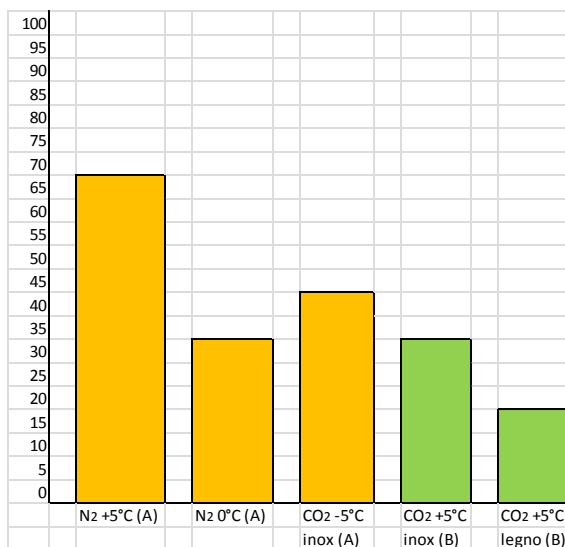
**Grafico 2** variazione percentuale delle proteine valutate nelle diverse tesi rispetto a quella trovata per il relativo testimone e intervalli di confidenza a queste correlati



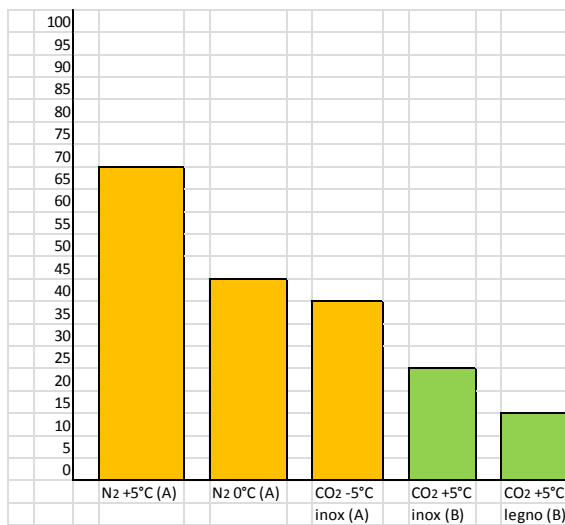
**Grafico 3** variazione percentuale della concentrazione dei fenoli totali valutati nelle diverse tesi rispetto a quelli trovati per il relativo testimone e intervalli di confidenza a questi correlati.



**Criomacerazione pre fermentativa**  
**Appunti e tecnica sperimentale di realizzazione**

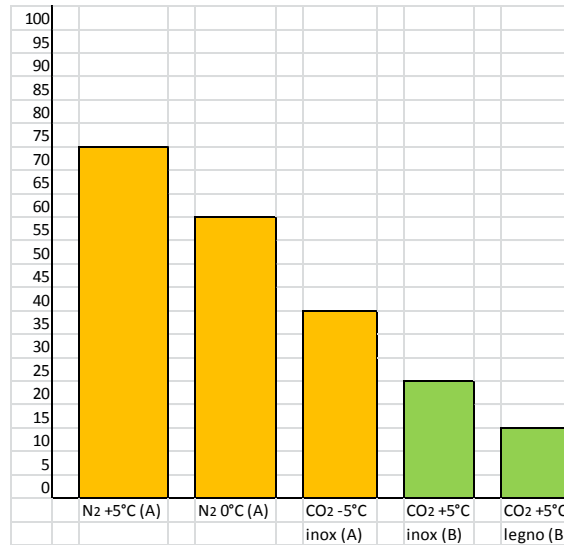


**Grafico 4** variazione percentuale della concentrazione delle protoantocianidine valutate nelle diverse tesi rispetto a quella trovata per il relativo testimone e intervalli di confidenza a questi correlati

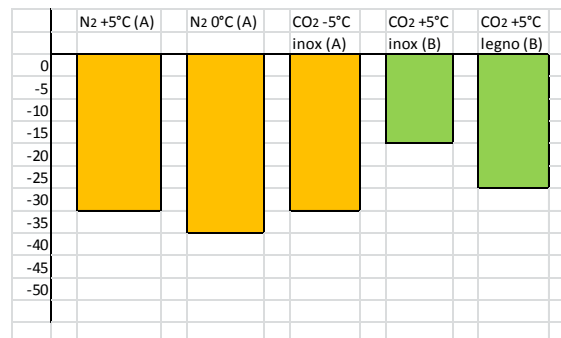


**Grafico 5** variazione percentuale della concentrazione delle antociani totali valutati nelle diverse tesi rispetto a quella trovata per il relativo testimone e intervalli di confidenza a questi correlati





**Grafico 6** variazione percentuale della concentrazione degli antociani liberi valutate nelle diverse tesi rispetto a quella trovata per il relativo testimone e intervalli di confidenza a questi correlati



**Grafico 7** variazione percentuale della concentrazione della acidità volatile valutate nelle diverse tesi rispetto a quella trovata per il relativo testimone e intervalli di confidenza a questi correlati

Note bibliografiche: estratto da articolo pubblicato su VQ n°2 anno 2006, a cura di Angela Zinnai, Francesca Venturi, Yasmine Calamita, Giampaolo Andrich. (Dipartimento di chimica e biotecnologie agrarie. Università degli studi di Pisa.)

Attualmente MIROS ha realizzato delle attrezzature per criomacerazione ed abbattimento di temperatura rapido in collaborazione con le aziende produttrici di gas criogenici, questi sistemi di lavoro denominati Polar e Krios, sono in grado di farvi ottenere i risultati illustrati in questo articolo, anche lavorando in continuo fino a 18000/20000 Kg/h di produzione. Le nostre macchine sono in grado di generare fino a 400.000 frigoriferie istantanee.

Richiedete a titolo gratuito notizie e informazioni ai nostri tecnici, sapranno indicare la soluzione migliore per i risultati che vorreste avere abbinata alla tipologia di impiantistica che avete in cantina, oppure visitate il nostro sito alla sezione “criogenia”