



<b>Finanziatore</b>	Regione Lombardia
<b>Bando</b>	Bando 2018 per Progetti di ricerca in campo agricolo e forestale – d.d.s. n. 4403 del 28/03/2018 – Scorrimento della graduatoria, d.d.s. 2955/2020
<b>Titolo</b>	Economia circolare e sostenibilità della filiera della pera IGP del Mantovano
<b>Acronimo</b>	ESPERA
<b>Numero identificativo</b>	17

### **D3.3 – RAPPORTO SULLA SECONDA CAMPAGNA DI MISURA**

<b>Work Package</b>	WP3
<b>Responsabile</b>	CREA-IT.MI
<b>Partecipanti</b>	Maristella Vanoli, Giovanna Cortellino, Marina Buccheri, Maurizio Grassi, Fabio Lovati, Rosita Caramanico
<b>Classificazione</b>	CO (Confidenziale)
<b>Data</b>	21/07/2023
<b>Versione</b>	1.1

## Versioni

Versione	Data	Commenti	Autori
1.0	20/07/2023	Versione iniziale	M. Vanoli, G. Cortellino, M. Buccheri (CREA-IT.MI)
1.1	21/07/2023	Revisione	A.Torricelli (POLIMI-FIS)

## Dichiarazione di originalità:

Questo rapporto contiene materiale originale non pubblicato precedentemente, eccetto dove diversamente indicato mediante citazioni e riferimenti bibliografici.

Le attività che hanno condotto a questi risultati hanno ricevuto finanziamento da Regione Lombardia nell'ambito del bando Bando 2018 per Progetti di ricerca in campo agricolo e forestale – d.d.s. n. 4403 del 28/03/2018.

The information in this document is provided "as is", and no guarantee or warranty is given that the information is fit for any particular purpose. The above referenced consortium members shall have no liability for damages of any kind including without limitation direct, special, indirect, or consequential damages that may result from the use of these materials subject to any liability which is mandatory due to applicable law.

## Indice

<b>1.</b>	<b>RIEPILOGO GENERALE.....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIALI E METODI.....</b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>8</b>

## 1. Riepilogo generale

---

Nel Deliverable D3.3 vengono presentati e discussi i risultati relativi alla seconda campagna di misure effettuata su pere Conference IGP del Mantovano.

Il progetto Espera ha l'obiettivo di valutare l'effetto del grado di maturazione alla raccolta determinato in modo non distruttivo mediante spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo (TRS) sulla qualità di frutti di pera IGP del Mantovano dopo conservazione. Il progetto Espera prevede anche l'utilizzo di frutti non idonei al consumo fresco in quanto affetti da fisiopatie come materia prima per la produzione di chips di pera, un prodotto ad elevato valore nutrizionale non ancora presente sul mercato, e il recupero dello scarto della produzione di chips per l'estrazione di composti ad alto valore salutistico.

Nel Deliverable D3.1 sono state stabilite le condizioni di conservazione (tipo di atmosfera e durata) per pere Abate Fetel e Conference sulla base di diversi colloqui avuti con il direttore della cooperativa C.Or.Ma.

Nel deliverable D3.2 sono stati presentati i risultati relativi alla prima campagna di misure effettuata su pere Abate Fetel IGP del Mantovano.

Per quanto riguarda la seconda campagna di misure su pere Conference IGP del Mantovano, il 25 agosto 2022 si è proceduto alla raccolta delle pere Conference presso la cooperativa C.Or.Ma.

Successivamente una parte dei frutti misurati con TRS e una parte dei frutti utilizzati per la rilevazione delle fisiopatie sono stati trattati con 1-MCP. Al termine del trattamento, tutti i frutti sono stati trasportati al CREA-IT di Milano e sono stati posti nelle rispettive atmosfere di conservazione. Si è proceduto quindi alle analisi qualitative e sensoriali previste per ogni uscita di conservazione.

## 2. Introduzione

---

La Pera IGP Mantovana conta sei varietà: Abate Fétel, Conference, Decana del Comizio, Kaiser, Max Red Bartlett e William che vengono commercializzate grazie all'attività della Cooperativa Ortofrutticola Mantovana (C.Or.Ma.). Secondo il disciplinare in corso le 6 varietà di pere che costituiscono la Pera IGP Mantovana vengono conservate in atmosfera refrigerata normale (AN) mentre solo 3 varietà (Conference, Kaiser e Decana del Comizio) possono essere conservate in atmosfera controllata (AC). Relativamente alle pere Conference, la conservazione a lungo termine sia in AN che in AC potrebbe facilitare lo sviluppo di alcune fisiopatie, come il riscaldamento nero e il riscaldamento superficiale che rendono queste pere non più commerciabili. Lo sviluppo di queste fisiopatie può essere controllato dal trattamento con 1-MCP alla raccolta. Tuttavia, essendo l'1-MCP un antagonista dell'etilene, ci potrebbero essere dei problemi legati alla maturazione dei frutti durante la conservazione e la successiva shelf life con conseguenze negative sulla loro qualità.

La misura dei frutti alla raccolta tramite spettroscopia di riflettanza risolta nel tempo (TRS) permette di classificare i frutti in base al grado di maturazione. Il TRS, infatti, è in grado di esplorare la polpa di un frutto fino a una profondità di 2 cm e la misura del coefficiente di assorbimento a 670 nm ( $\mu_a670$ ) rappresenta un effettivo indice di maturazione per frutti quali pesche, nettarine, mele, pere e mango. Il valore di tale coefficiente, infatti, diminuisce con l'avanzare della maturazione dei frutti: bassi valori di  $\mu_a670$  indicano un frutto maturo, mentre valori elevati di  $\mu_a670$  indicano un frutto meno maturo o acerbo. La classificazione dei frutti in diversi gradi di maturazione effettuata in base al  $\mu_a670$  alla raccolta dovrebbe permettere di modulare il dosaggio di 1-MCP in modo da consentire la maturazione delle pere e contemporaneamente controllare lo sviluppo delle fisiopatie. Questa classificazione, inoltre, permetterebbe di studiare l'effetto della maturazione alla raccolta sulla qualità dei frutti e sull'incidenza di fisiopatie dopo conservazione. In questo modo, la tecnica TRS consentirebbe di modulare le condizioni di conservazione (tipo di atmosfera e durata) diminuendo l'incidenza di frutti con difetti e quindi riducendo lo scarto pur mantenendo la qualità dei frutti.

### 3. MATERIALI e METODI

Per la seconda campagna di misure su pere Conference, è stato adottato lo stesso piano sperimentale usato per le pere Abate Fetel nella prima campagna di misura riportato nel Deliverable D3.2. Il 25 agosto 2022 si è proceduto alla raccolta delle pere Conference presso la cooperativa C.Or.Ma. 1380 frutti sono stati misurati con TRS a 650 nm, classificati in base al  $\mu_a650$  in poco, medio e molto maturi e randomizzati in 23 esami, ognuno corrispondente ad una atmosfera di conservazione, ad un trattamento con 1-MCP, ad una uscita dalle celle di conservazione e al tipo di analisi (Tab. 1).

Ogni Esame è costituito da 60 frutti: 20 frutti poco maturi, 20 frutti medio maturi e 20 frutti molto maturi.

Tabella 1 – Elenco degli Esami e relativo significato

ESAME	ATMOSFERA	1-MCP	USCITA	TIPO analisi
Esame 1	raccolta			
Esame 2	AN	MCP	gennaio	qualità
Esame 3	AC	MCP	gennaio	qualità
Esame 4	AN	no MCP	gennaio	qualità
Esame 5	AC	no MCP	gennaio	qualità
Esame 6	AN	MCP	febbraio	qualità
Esame 7	AC	MCP	febbraio	qualità
Esame 8	AN	no MCP	febbraio	qualità
Esame 9	AC	no MCP	febbraio	qualità
Esame 10	AN	no MCP	febbraio	Rondelle/scarti
Esame 11	AC	no MCP	febbraio	Rondelle/scarti
Esame 12	AN	MCP	marzo	qualità
Esame 13	AC	MCP	marzo	qualità
Esame 14	AN	no MCP	marzo	qualità
Esame 15	AC	no MCP	marzo	qualità
Esame 16	AN	no MCP	marzo	Rondelle/scarti
Esame 17	AC	no MCP	marzo	Rondelle/scarti
Esame 18	AN	MCP	aprile	qualità
Esame 19	AC	MCP	aprile	qualità
Esame 20	AN	MCP	maggio	qualità
Esame 21	AC	MCP	maggio	qualità
Esame 22	AN	MCP	giugno	qualità
Esame 23	AC	MCP	giugno	qualità

Accanto ai frutti misurati con TRS, sono stati selezionati altri frutti (circa 1800) allo scopo di controllare l'insorgenza di fisiopatie (riscaldamento nero, riscaldamento superficiale, disfacimento interno, imbrunimento interno) ad ogni uscita dalle celle di conservazione confrontandoli con quanto rilevato per i frutti misurati con TRS. Una parte dei frutti misurati con TRS e una parte dei frutti utilizzati per l'analisi delle fisiopatie sono stati trattati con 1-MCP direttamente presso la cooperativa C.Or.Ma.

Tutti i frutti selezionati per l'esperimento sono stati trasportati al CREA-IT di Milano e sono stati posti nelle rispettive celle di conservazione alle condizioni indicate della cooperativa C.Or.Ma. (Tab. 2).

Tabella 2 – Condizioni di conservazione delle pere Conference

	atmosfera normale (AN)	atmosfera controllata (AC)
<b>TEMPERATURA</b>	-1°C	-1°C
<b>% O2</b>	21%	2%
<b>% CO2</b>	-	1%

Sui frutti di tutti gli esami sono state eseguite le analisi riportate nella Tabella 3.

Tabella 3 – Analisi effettuate su pere Conference alla raccolta e dopo conservazione

data	tesi	colore buccia	etilene	durezza	analisi sensoriali	RSR	acidità	RISV	fisiopatie
25/08/2021	Esame 1 - RACCOLTA	v		v		v	v	v	
12/01/2022	Esame 2 - AN MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 3 - AN no MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 4 - AC-MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 5 - AC-no MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
08/02/2022	Esame 6 - AN MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 7 - AN no MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 8 - AC-MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 9 - AC-no MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
15/02/2022	Esame 11 – AN no MCP rondelle	v							v
22/02/2022	Esame 12 – AC no MCP rondelle	v							v
08/03/2022	Esame 12 - AN MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 13 - AN no MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 14 - AC-MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 15 - AC-no MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
15/03/2022	Esame 16 – AN no MCP rondelle	v							v
22/03/2022	Esame 17 – AC no MCP rondelle	v							v
05/04/2022	Esame 18 - AN MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 19 - AC-MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
03/05/2022	Esame 20 - AN MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 21 - AC-MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
07/06/2022	Esame 22 - AN MCP	v	v	v	v	v	v	v	v
	Esame 23 - AC-MCP	v	v	v	v	v	v	v	v

Le analisi delle pere in conservazione sono state effettuate dopo 7 giorni di shelf life a 20°C su singolo frutto, tranne per l'analisi dell'etilene e per le analisi sensoriali dove sono stati considerati solo i frutti poco e molto maturi.

Le analisi qualitative (idrolisi dell'amido alla raccolta, colore della buccia, durezza della polpa, residuo secco rifrattometrico-RSR, acidità), la percentuale di spazi intercellulari (RISV), la produzione di etilene, le analisi sensoriali e l'incidenza delle fisiopatie sono state effettuate seguendo i protocolli riportati del Deliverable 3.2.

Tutti i dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA).

I dati relativi alla conservazione sono stati suddivisi in due set e analizzati separatamente. Il primo set comprende i frutti conservati in AN e in AC, trattati e non trattati con 1-MCP, conservati fino a marzo: in questo caso è stata valutato l'effetto della durata della conservazione, del tipo di atmosfera, del trattamento con 1-MCP e della classe di maturazione sui parametri qualitativi misurati. Il secondo set di dati comprende i frutti trattati con 1-MCP, conservati in AN e in AC fino a giugno: in questo caso è stato valutato l'effetto della durata della conservazione, del tipo di atmosfera e della classe di maturazione sui parametri qualitativi misurati.

Le medie sono state confrontate mediante test di Tukey. Nei grafici a lettere diverse corrispondono medie statisticamente differenti (test di Tukey per  $P < 0,05$ ); la scritta ns significa non significativo.

In questa relazione verranno discussi gli effetti principali della durata della conservazione, dell'atmosfera, del trattamento con 1-MCP e del grado di maturazione TRS sui parametri qualitativi (colore buccia, durezza, RSR, acidità, RISV) e sensoriali, sulla produzione di etilene e sull'incidenza delle fisiopatie.

## 4. RISULTATI

### RACCOLTA

Le analisi alla raccolta (Tab. 4) mostrano che i valori degli indici di maturazione (colore della buccia, durezza, RSR e idrolisi dell'amido) sono caratteristici di pere Conference ad uno stadio di maturazione tipico di una raccolta commerciale per una medio-lunga conservazione.

Tabella 4 – Caratteristiche qualitative di pere Conference alla raccolta in relazione alla classe di maturazione TRS

	colore buccia (H°)	DUREZZA polpa (N)	RSR (%)	ACIDITÀ meq/100g succo	RISV (%)	Idrolisi amido
POCO maturo	110,1 a	65,9 a	13,7 b	3,5 b	5,8 a	5,5 a
MEDIO maturo	110,5 a	64,1 a	14,1 ab	3,5 b	5,6 a	4,6 ab
MOLTO maturo	109,2 a	63,4 a	14,6 a	4,1 a	5,6 a	3,7 b
<i>media</i>	<i>110,0</i>	<i>64,5</i>	<i>14,2</i>	<i>3,7</i>	<i>5,7</i>	<i>4,6</i>

A lettere diverse corrispondono medie statisticamente differenti (test di Tukey per  $P < 0,05$ )

La classe di maturazione TRS ha influenzato significativamente il RSR, l'acidità e l'idrolisi dell'amido. Le pere MOLTO mature hanno mostrato RSR più elevato rispetto ai frutti POCO maturi. Inaspettatamente i frutti MOLTO maturi hanno mostrato anche una maggiore acidità e una minore idrolisi dell'amido, tipici di frutti più acerbi.

### CONSERVAZIONE: frutti trattati e non trattati con 1-MCP conservati fino a marzo (6 mesi)

L'ANOVA mostra che la durata della conservazione influenza significativamente il colore della buccia (H°), la durezza della polpa, il contenuto in solidi solubili (RSR), l'acidità e gli spazi intercellulari (RISV) (Tab. 5). Infatti, prolungando la durata della conservazione le pere tendono ad ingiallire, inteneriscono, diventano meno acide, leggermente meno zuccherine indicando che i frutti via via maturano nel tempo (Figure 1 e 2). Gli spazi intercellulari, invece, tendono a diminuire (Fig. 3).

Tabella 5 - Risultati dell'ANOVA multifattoriale: valori di *F* relativi a colore della buccia, durezza della polpa, RSR, acidità e spazi intercellulari (RISV) di pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP, conservate per 4, 5 e 6 mesi in AN e in AC e classificate in base al grado di maturazione TRS.

	colore buccia H°	DUREZZA polpa	RSR	ACIDITÀ	RISV
<i>EFFETTI PRINCIPALI</i>					
Durata conservazione (A)	41,20***	15,13***	5,10**	12,16***	5,66**
Atmosfera (B)	489,52***	2,68 <sup>ns</sup>	4,26*	10,18**	11,69***
MCP (C)	241,70***	108,47***	22,32***	3,57 <sup>ns</sup>	38,02***
Maturazione TRS (D)	46,43***	3,33*	85,39***	1,39 <sup>ns</sup>	42,52***
<i>INTERAZIONI</i>					
AB	3,72*	10,86***	1,49 <sup>ns</sup>	3,19*	14,57***
AC	1,06 <sup>ns</sup>	36,11***	8,73***	22,59***	24,32***
AD	0,87 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	5,38***
BC	5,68*	63,80***	0,01 <sup>ns</sup>	6,31*	56,76***
BD	0,63 <sup>ns</sup>	7,03**	0,72 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>
CD	2,99 <sup>ns</sup>	5,19**	4,16*	8,90***	3,04*
ABC	0,02 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	2,25 <sup>ns</sup>	5,57**	8,66***
ABD	1,89 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	2,01 <sup>ns</sup>	2,16 <sup>ns</sup>
ACD	0,85 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	2,74*	2,36 <sup>ns</sup>	4,06**
BCD	0,49 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	4,13*
ABCD	0,64 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	-

\*\*\*,  $P < 0,001$ ; \*\*,  $P < 0,01$ ; \*,  $P < 0,05$ ; ns, non significativo

Considerando l'atmosfera di conservazione, le pere conservate in AC hanno colore della buccia più verde, minor contenuto in solidi solubili, maggiore acidità e una più alta percentuale di spazi intercellulari, mentre non ci sono differenze significative relativamente alla durezza della polpa (Tab 5, Figure 1, 2 e 3).

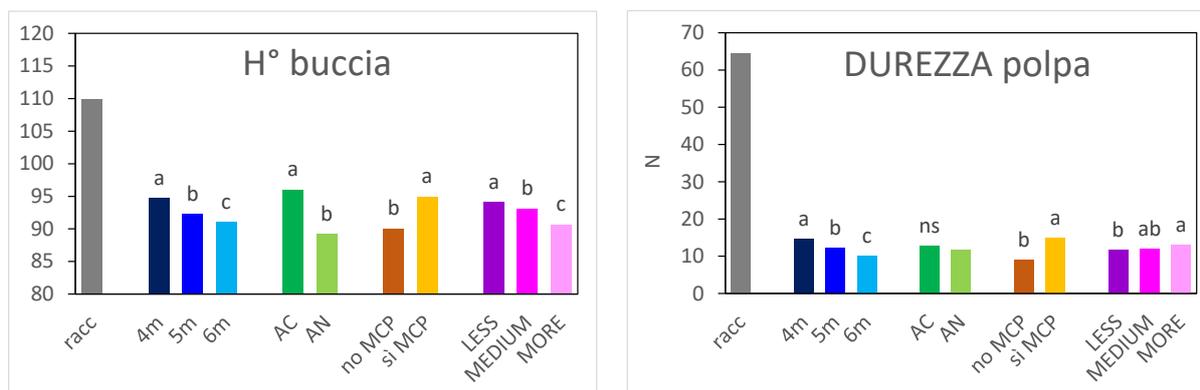


Figura 1 – Colore della buccia e durezza della polpa di pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP, conservate per 6 mesi in AC e in AN e classificate alla raccolta in base al TRS come poco, medio e molto mature.

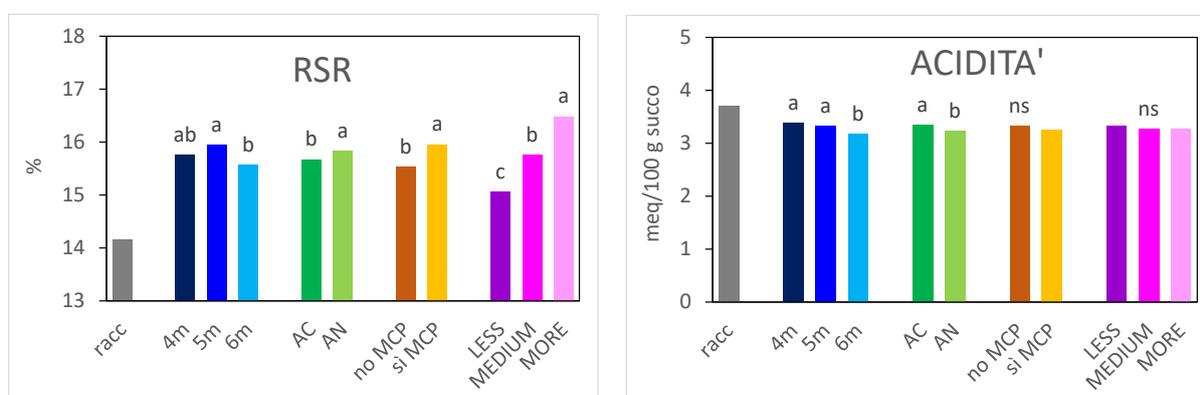


Figura 2 – Residuo secco rifrattometrico (RSR) e acidità di pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP, conservate per 6 mesi in AC e in AN e classificate alla raccolta in base al TRS come poco, medio e molto mature.

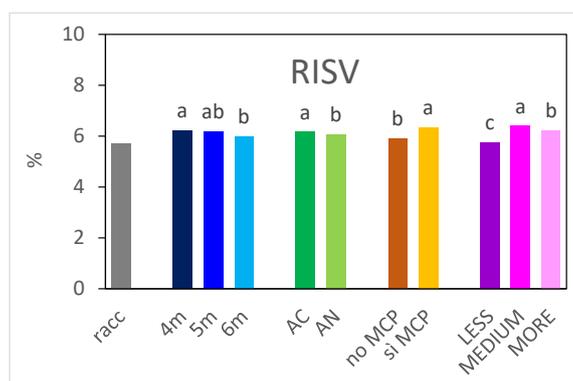


Figura 3 – Spazi intercellulari di pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP, conservate per 6 mesi in AC e in AN e classificate alla raccolta in base al TRS come poco, medio e molto mature.

Le pere trattate con 1-MCP, rispetto ai frutti non trattati, sono caratterizzate da un colore più verde della buccia, maggiore durezza della polpa, e un più alto contenuto in RSR accompagnato da una percentuale più elevata di spazi intercellulari; non ci sono differenze significative relativamente all'acidità (Tab. 5, Fig. 1, 2 e 3).

Il grado di maturazione TRS influenza in modo significativo tutti i parametri considerati tranne l'acidità (Tab. 5). I frutti classificati come MOLTO maturi sono meno verdi, più dolci e più duri dei frutti POCO e MEDIO maturi; i frutti MEDIO maturi hanno RISV più elevati rispetto ai POCO e MOLTO maturi (Fig. 1, 2 e 3).

Considerando le **ANALISI SENSORIALI**, la durata della conservazione influenza in modo significativo solo gli attributi acidità e astringenza che mostrano i valori più bassi in corrispondenza del mese di

febbraio, mentre l'atmosfera di conservazione non ha alcun effetto sul profilo sensoriale (Tab.6, Fig. 4).

Tabella 6 - Risultati dell'ANOVA multifattoriale: valori di *F* relativi agli attributi sensoriali di pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP, conservate per 4, 5 e 6 mesi in AN e in AC e classificate in base al grado di maturazione TRS.

	duro	succoso	granuloso	dolce	acido	astringente	aromatico	gradimento
<i>EFFETTI PRINCIPALI</i>								
Durata cons (A)	1,16 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	2,83 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	6,15 <sup>**</sup>	8,29 <sup>**</sup>	1,83 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Atmosfera (B)	2,82 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	3,30 <sup>ns</sup>	1,73 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	1,48 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
MCP (C)	82,14 <sup>***</sup>	22,48 <sup>***</sup>	2,68 <sup>ns</sup>	3,72 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	3,52 <sup>ns</sup>	14,28 <sup>***</sup>	3,86 <sup>ns</sup>
Mat. TRS (D)	11,36 <sup>***</sup>	10,48 <sup>**</sup>	2,80 <sup>ns</sup>	15,25 <sup>***</sup>	2,71 <sup>ns</sup>	2,24 <sup>ns</sup>	14,14 <sup>***</sup>	8,05 <sup>**</sup>
<i>INTERAZIONI</i>								
AB	3,27 <sup>*</sup>	6,83 <sup>**</sup>	1,75 <sup>ns</sup>	7,46 <sup>***</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	6,52 <sup>**</sup>	3,80 <sup>*</sup>
AC	3,36 <sup>*</sup>	8,01 <sup>***</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	6,36 <sup>**</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	10,78 <sup>***</sup>	8,79 <sup>***</sup>
AD	3,01 <sup>ns</sup>	3,07 <sup>*</sup>	1,97 <sup>ns</sup>	0,87 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>
BC	31,20 <sup>***</sup>	39,55 <sup>***</sup>	11,70 <sup>**</sup>	6,74 <sup>*</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	14,43 <sup>***</sup>	7,99 <sup>**</sup>
BD	13,51 <sup>***</sup>	8,65 <sup>**</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	11,69 <sup>***</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	4,60 <sup>*</sup>	4,72 <sup>*</sup>
CD	1,56 <sup>ns</sup>	3,08 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	3,97 <sup>*</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
ABC	0,82 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
ABD	0,87 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>
ACD	2,37 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	4,54 <sup>*</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
BCD	1,69 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	1,19 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	2,58 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>
ABCD	0,24 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	2,02 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>

\*\*\*, P<0.001; \*\*, P<0.01; \*, P<0.05; ns, non significativo

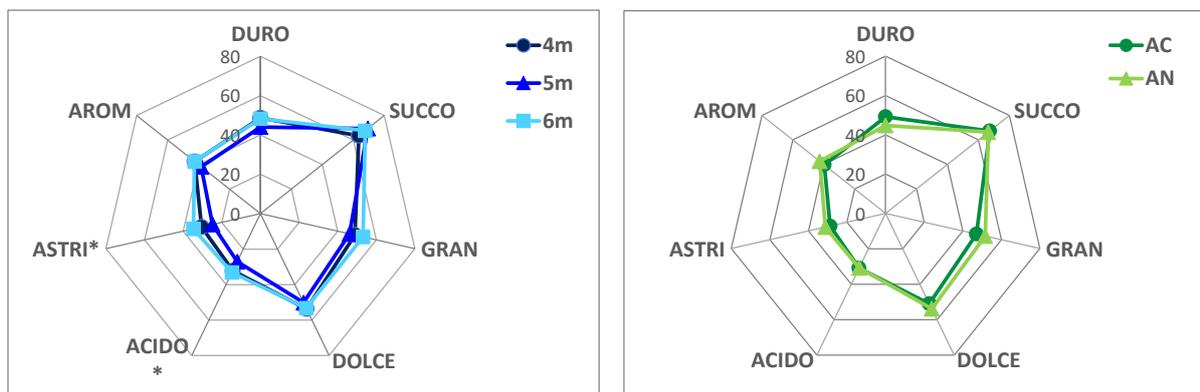


Figura 4 – Profilo sensoriale di pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP: effetto della durata della conservazione e dell'atmosfera.

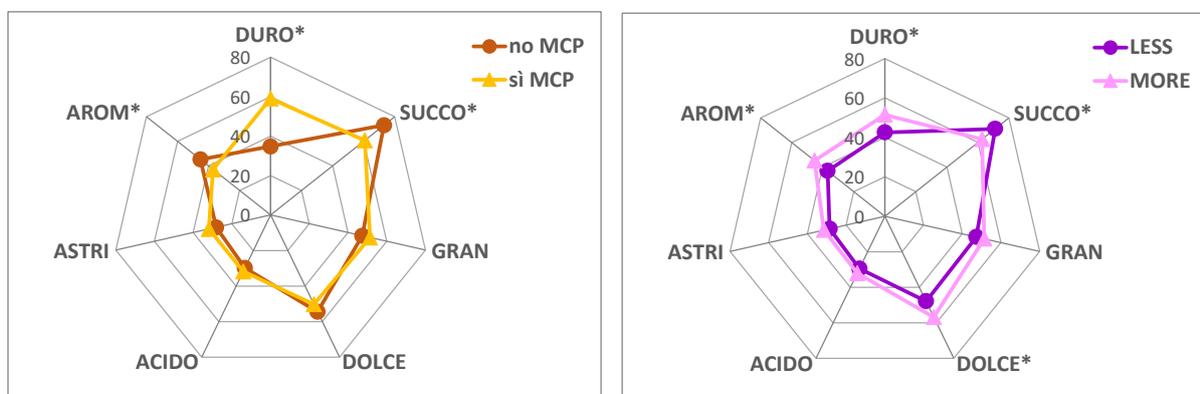


Figura 5 – Profilo sensoriale di pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP: effetto del trattamento con 1-MCP e della classe di maturazione TRS.

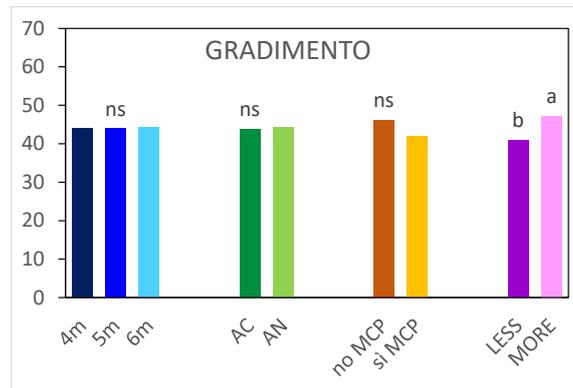


Figura 6 – Gradimento di pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP: effetto della durata della conservazione, dell'atmosfera, del trattamento con 1-MCP e della classe di maturazione TRS.

I frutti trattati con 1-MCP sono stati giudicati all'assaggio più duri, meno succosi e meno aromatici (Tab. 6, Fig. 5).

Le pere classificate alla raccolta come MOLTO MATURE sono risultate all'assaggio più dure, meno succose, più dolci e più aromatiche delle pere POCO MATURE (Tab. 6, Fig. 5).

In generale sono risultate più gradite le pere MOLTO MATURE, mentre durata della conservazione, atmosfera e trattamento con 1-MCP non hanno influenzato il gradimento (Tab 6, Fig. 6).

**La PRODUZIONE di ETILENE** (Fig. 7) è influenzata in modo significativo dalla durata della conservazione ( $F=29,77^{***}$ ), dall'atmosfera ( $F=62,59^{***}$ ), dal trattamento con 1-MCP ( $F=614,48^{***}$ ), dal giorno di shelf life a 20°C ( $F=97,19^{***}$ ) e dalla classe di maturazione TRS ( $F=26,39^{***}$ ).

La produzione di etilene aumenta prolungando la conservazione, è più elevata nei frutti conservati in AN rispetto a quelli in AC e in quelli classificati MOLTO MATURI rispetto ai POCO MATURI (Fig. 7). I frutti trattati con 1-MCP producono 3 volte meno etilene rispetto ai frutti non trattati (Fig. 7). Considerando il giorno di shelf life, la produzione di etilene è costante fino a 3 giorni, per aumentare significativamente fino al giorno 7 (Fig. 7).

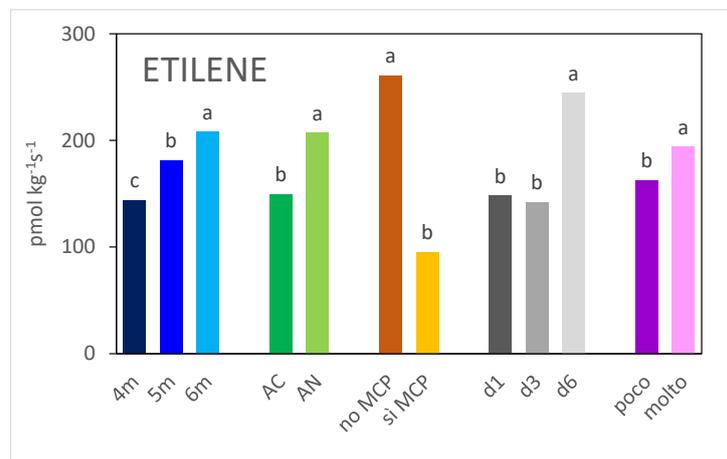


Figura 7 – Produzione di etilene di pere Conference: effetto della durata della conservazione, dell'atmosfera, del trattamento con 1-MCP, del giorno di shelf life a 20°C e della classe di maturazione TRS.

### CONSERVAZIONE: frutti trattati con 1-MCP conservati fino a giugno (9 mesi)

Considerando solo i frutti trattati con 1-MCP e conservati in AN e in AC fino a giugno, si può vedere che, man mano che la conservazione prosegue, le pere tendono ad ingiallire, inteneriscono fino a 6 mesi mantenendo gli stessi valori di durezza fino a 9 mesi di conservazione, diventano meno zuccherine e meno acide a partire da 6 mesi di conservazione e mantengono questi valori fino a 9 mesi, mentre gli spazi intercellulari non mostrano cambiamenti apprezzabili (Tab. 7, Fig. 8, 9 e 10).

L'atmosfera di conservazione influenza in modo significativo la qualità dei frutti, con l'eccezione del

RSR: le pere conservate in AC sono più verdi, più dure, più acide e hanno una percentuale più elevata di spazi intercellulari rispetto a quelle conservate in AN (Tab. 7, Fig. 8, 9 e 10). Considerando il grado di maturazione TRS, le pere MOLTO MATURE sono risultate significativamente meno verdi e più dolci di quelle POCO e MEDIO MATURE e hanno una percentuale più elevata di spazi intercellulari (Tab. 7, Fig. 8, 9 e 10).

Tabella 7 - Risultati dell'ANOVA multifattoriale: valori di *F* relativi a colore della buccia, durezza della polpa, residuo secco rifrattometrico (RSR), acidità e spazi intercellulari (RISV) di pere Conference trattate con 1-MCP e conservate per 4, 5, 6, 7, 8 e 9 mesi in AN e in AC e classificate in base al grado di maturazione TRS.

	colore buccia H°	DUREZZA polpa	RSR	ACIDITÀ	RISV
<i>EFFETTI PRINCIPALI</i>					
Uscita (A)	74,48***	33,04***	34,30***	45,77***	9,27***
Atmosfera (B)	705,56***s	5,36*	0,47 <sup>ns</sup>	20,10***	73,57***
Maturazione TRS (C)	57,91***	2,29 <sup>ns</sup>	59,04***	0,14 <sup>ns</sup>	20,31***
<i>INTERAZIONI</i>					
AB	2,41*	16,87***	4,77***	5,68***	9,84***
AC	0,92 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	31,64 <sup>ns</sup>	2,68**	5,04***
BC	0,18 <sup>ns</sup>	9,19***	0,65 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>
ABC	1,50 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	-

\*\*\*, P<0.001; \*\*, P<0.01; \*, P<0.05; ns, non significativo

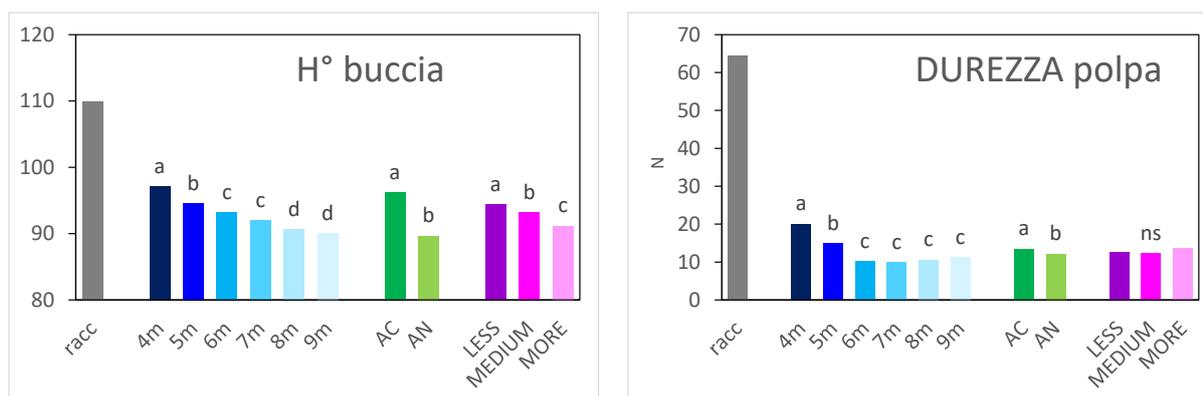


Figura 8 – Colore della buccia e durezza della polpa di pere Conference trattate con 1-MCP, conservate per 9 mesi in AC e in AN e classificate alla raccolta in base al TRS come poco, medio e molto mature.

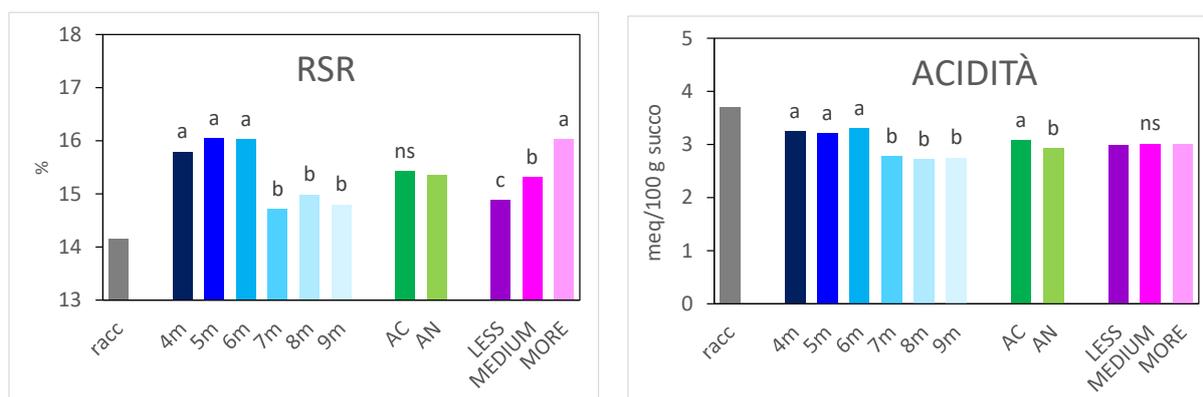


Figura 9 – Residuo secco rifrattometrico (RSR) e acidità di pere Conference trattate con 1-MCP, conservate per 9 mesi in AC e in AN e classificate alla raccolta in base al TRS come poco, medio e molto mature.

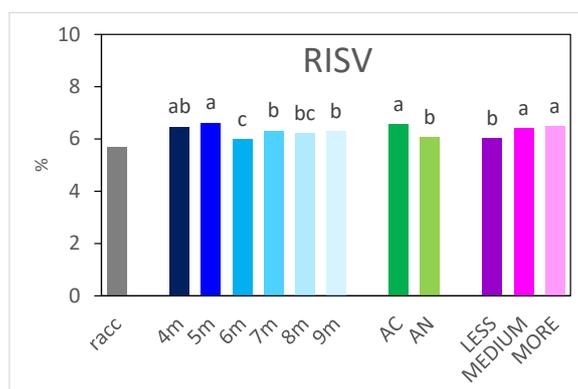


Figura 10 – Spazi intercellulari di pere Conference trattate con 1-MCP, conservate per 9 mesi in AC e in AN e classificate alla raccolta in base al TRS come poco, medio e molto mature.

Gli **ATTRIBUTI SENSORIALI** delle pere trattate con 1-MCP variano in modo significativo soprattutto con la durata della conservazione e con la classe di maturazione, mentre l'atmosfera influisce solo sulla durezza (Tab. 8). Durezza, succosità, astringenza e aroma cambiano con la durata della conservazione: le pere risultano più tenere e più aromatiche fino ad aprile, più succose fino a maggio mentre l'astringenza mostra un trend variabile. (Fig. 11). Le pere conservate in AN sono state giudicate più tenere rispetto a quelle conservate in AC (Fig. 11).

Tabella 8 - Risultati dell'ANOVA multifattoriale: valori di F relativi agli attributi sensoriali di pere Conference trattate con 1-MCP e conservate 5, 6, 7, 8, 9 e 10 mesi in AN e in AC e classificate in base al grado di maturazione TRS.

	duro	succoso	granulo so	dolce	acido	astringente	aromati co	gradimento
<i>EFFETTI PRINCIPALI</i>								
Uscita (A)	6,81***	6,00***	1,01 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>	3,65**	4,02**	3,20**	2,43*
Atmosfera (B)	4,91*	0,56 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,92 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>
Maturazione TRS (C)	7,73**	1,58 <sup>ns</sup>	7,71**	3,94*	3,01 <sup>ns</sup>	7,48**	6,93**	4,04*
<i>INTERAZIONI</i>								
AB	5,70***	8,56***	4,73***	0,44 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	4,49***	4,00**
AC	0,44 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	2,01 <sup>ns</sup>	1,99 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
BC	22,71***	12,32***	3,23 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	2,70 <sup>ns</sup>	1,26 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	4,68*
ABC	1,08 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>

\*\*\*, P<0.001; \*\*, P<0.01; \*, P<0.05; ns, non significativo

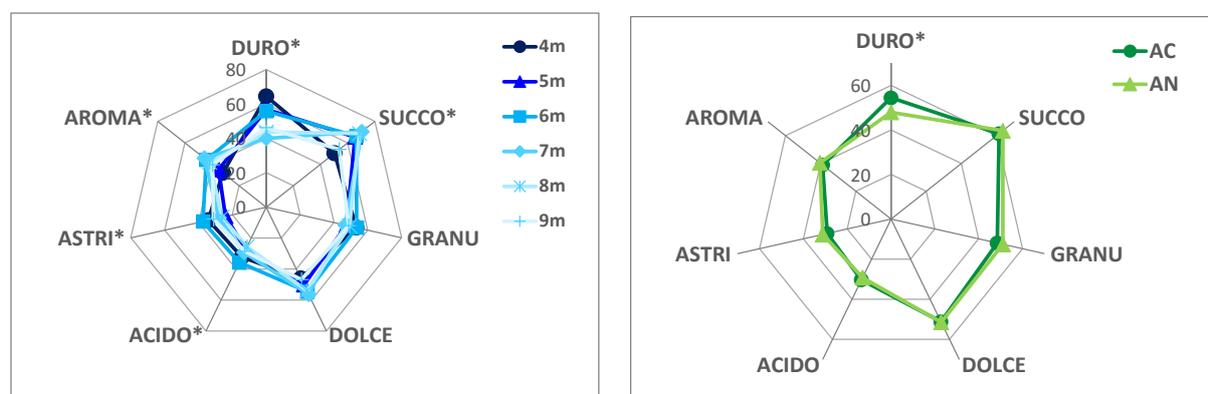


Figura 11 – Profilo sensoriale di pere Conference trattate con 1-MCP: effetto della durata della conservazione e dell'atmosfera

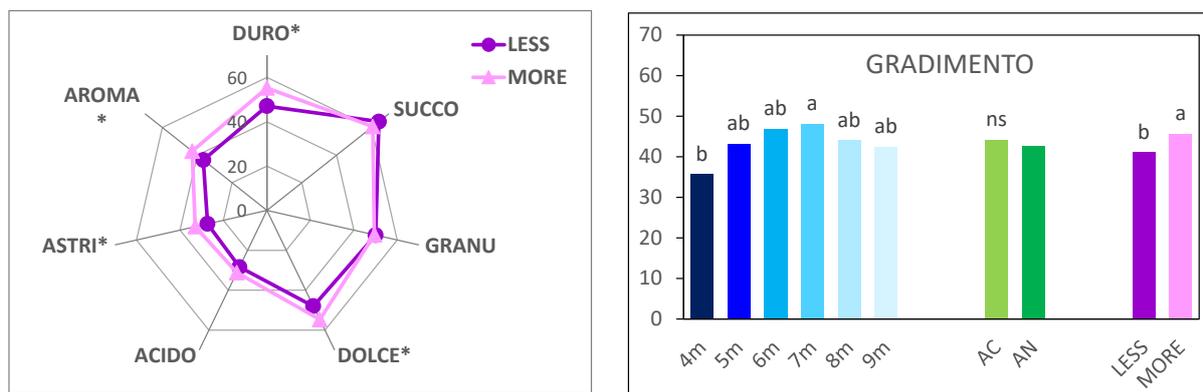


Figura 12 – Profilo sensoriale (effetto della classe di maturazione TRS) e gradimento (effetto della durata della conservazione, dell’atmosfera e della classe di maturazione TRS) di pere Conference trattate con 1-MCP.

Le pere MOLTO MATURE sono state percepite dagli assaggiatori come più dure, più dolci, più astringenti e più aromatiche rispetto alle POCO MATURE (Fig. 12).

Le pere più gradite sono quelle conservate fino ad aprile e classificate come MOLTO MATURE (Tab. 8, Fig. 12).

La **PRODUZIONE di ETILENE** nei frutti trattati con 1-MCP è influenzata significativamente dalla durata della conservazione ( $F=106,41^{***}$ ), dall’atmosfera ( $F=56,10^{***}$ ), dal giorno di shelf life a 20°C ( $F=163,42^{***}$ ) e dalla classe di maturazione TRS ( $F=25,00^{***}$ ). La produzione di etilene aumenta con il prolungarsi della conservazione, è più elevata nei frutti conservati in AN rispetto a quelli in AC, nei frutti MOLTO MATURI rispetto ai POCO MATURI e raggiunge il massimo al termine del periodo di shelf life (Fig. 13).

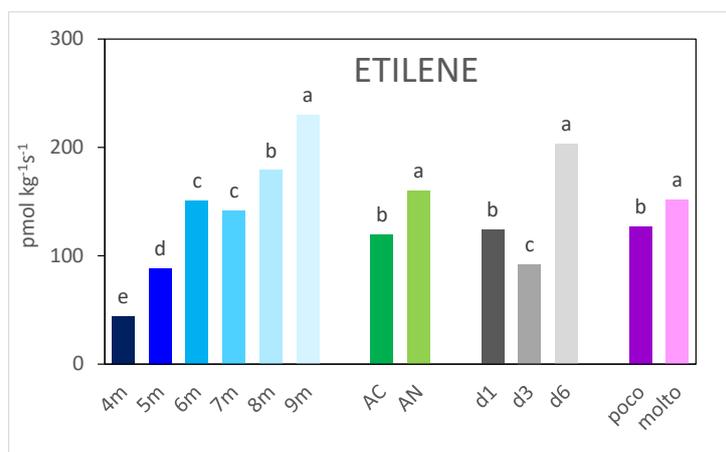


Figura 13 – Produzione di etilene di pere Conference trattate con 1-MCP: effetto della durata della conservazione, dell’atmosfera, del giorno di shelf life a 20°C e della classe di maturazione TRS.

## FISIOPATIE

Le pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP e conservate fino a 9 mesi in AN e in AC hanno mostrato, in generale, sintomi di riscaldamento nero (Fig. 14) e di riscaldamento superficiale (Fig.14) e marciumi. Non sono stati rilevati sintomi di riscaldamento molle, imbrunimenti interni e disfacimento.



Figura 14 –Riscaldamento nero (sinistra) e riscaldamento superficiale (destra) con severità dei sintomi rilevati su pere Conference

### FISIOPATIE frutti trattati e non trattati con 1-MCP conservati fino a marzo (6 mesi)

I frutti trattati e non trattati con 1-MCP e conservati per 6 mesi in AN e in AC sviluppano soprattutto riscaldamento nero (40%), ma presentano anche riscaldamento superficiale seppure con un'incidenza relativamente bassa (4%) e marciumi (9%).

L'incidenza del riscaldamento nero aumenta fino a 5 mesi di conservazione, mantenendosi agli stessi livelli per un altro mese; è maggiore nei frutti conservati in AN e nei frutti classificati POCO MATURI; mentre il trattamento con 1-MCP non è efficace nel controllo di questa fisiopatia (Tab. 9, Fig. 15 e 16). L'indice di severità del riscaldamento nero aumenta con la durata della conservazione da lieve a medio, è maggiore nei frutti conservati in AN (severità media) rispetto ai frutti conservati in AC (severità lieve) mentre i frutti POCO e MEDIO MATURI evidenziano una severità maggiore rispetto ai frutti MOLTO MATURI, anche se in tutte e tre le classi di maturazione TRS la severità è comunque lieve (Tab. 9, Fig. 15 e 16).

Lo sviluppo del riscaldamento superficiale è influenzato significativamente dal trattamento con 1-MCP e dall'atmosfera di conservazione in quanto i frutti trattati (0,3%) e i frutti conservati in AC (0,6%) mostrano una incidenza inferiore rispetto ai frutti non trattati (8,3%) e a quelli conservati in AN (8,1%) (Tab. 9, Fig. 17). Un andamento analogo si osserva anche per l'indice di severità del riscaldamento superficiale, che comunque è di tipo lieve (Tab. 9, Fig. 17).

I marciumi diminuiscono dopo 6 mesi di conservazione e la loro percentuale è più bassa nei frutti trattati con 1-MCP (Tab. 9, Fig. 18).

Come conseguenza dello sviluppo delle fisiopatie e dei marciumi, la percentuale di frutti sani è più elevata a 4 mesi di conservazione, nei frutti conservati in AC e nei frutti trattati con 1-MCP, mentre non varia in modo significativo con la classe di maturazione TRS (Tab. 9, Fig. 18).

Tabella 9 - Risultati dell'analisi della varianza multifattoriale: valori di *F* relativi alle fisiopatie rilevate su pere Conference trattate e non trattate con 1-MCP, conservate per 4, 5 e 6 mesi in AN e in AC e classificate in base al grado di maturazione TRS.

	SANI	RISCALDO SUPERFICIALE RS	INDICE SEVERITÀ RS	RISCALDO NERO	INDICE SEVERITÀ RN	MARCI
<i>EFFETTI PRINCIPALI</i>						
Durata cons (A)	12,55*	3,91 <sup>ns</sup>	1,69 <sup>ns</sup>	54,55**	74,81***	9,71*
Atmosfera (B)	34,05**	42,90**	25,60**	54,99**	132,65***	0,13 <sup>ns</sup>
MCP (C)	10,32*	55,35**	29,09**	1,33 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	30,04**
Mat. TRS (D)	0,17 <sup>ns</sup>	3,54 <sup>ns</sup>	7,24*	9,27*	12,56*	4,09 <sup>ns</sup>
<i>INTERAZIONI</i>						
AB	0,08 <sup>ns</sup>	0,98 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	1,92 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>
AC	0,14 <sup>ns</sup>	2,15 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>
AD	0,66 <sup>ns</sup>	2,49 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>	4,50 <sup>ns</sup>	1,27 <sup>ns</sup>
BC	2,49 <sup>ns</sup>	31,28**	23,81**	0,92 <sup>ns</sup>	0,66 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>
BD	0,33 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	5,33 <sup>ns</sup>	5,31 <sup>ns</sup>	6,92 <sup>ns</sup>	2,30 <sup>ns</sup>
CD	1,41 <sup>ns</sup>	6,16 <sup>ns</sup>	7,71*	1,48 <sup>ns</sup>	7,34*	2,39 <sup>ns</sup>
ABC	1,05 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	0,95 <sup>ns</sup>	2,40 <sup>ns</sup>	1,80 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>
ABD	0,22 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
ACD	1,03 <sup>ns</sup>	2,91 <sup>ns</sup>	1,95 <sup>ns</sup>	4,61 <sup>ns</sup>	9,16*	2,55 <sup>ns</sup>
BCD	1,85 <sup>ns</sup>	2,35 <sup>ns</sup>	5,70 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>

\*\*\*, P<0.001; \*\*, P<0.01; \*, P<0.05; ns, non significativo



Figura 15 –Confronto tra pere Conference POCO e MOLTO MATURE trattate e non trattate con 1-MCP e conservate in AN e in AC per 5 mesi

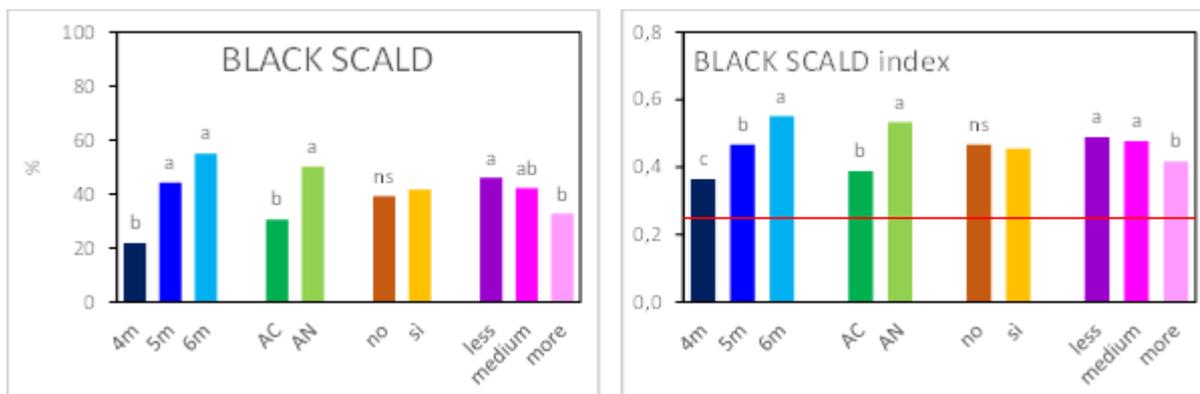


Figura 16 – Percentuale di frutti affetti da riscaldo nero e indice di severità del riscaldo nero in relazione alla durata della conservazione, all'atmosfera, al trattamento con 1-MCP e alla classe di maturazione TRS

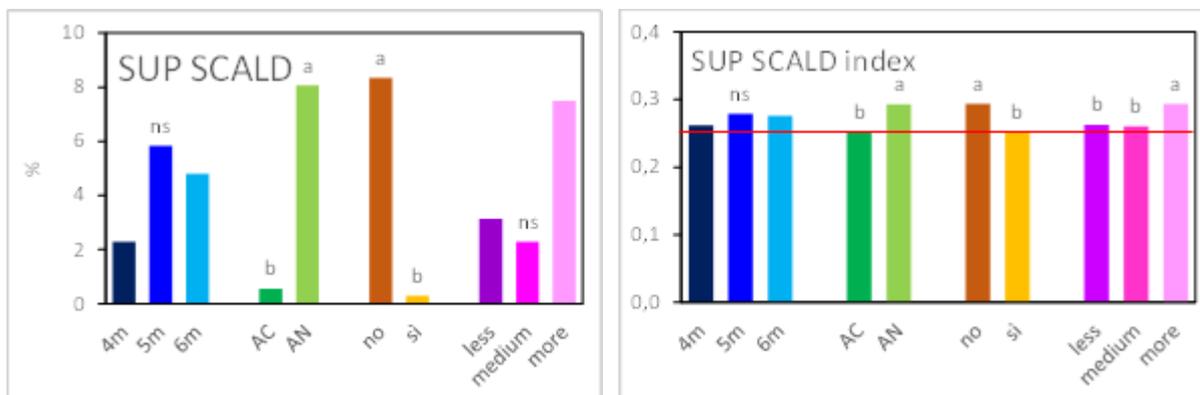


Figura 17 – Percentuale di frutti affetti da riscaldo superficiale e indice di severità del riscaldo superficiale in relazione alla durata della conservazione, all'atmosfera, al trattamento con 1-MCP e alla classe di maturazione TRS

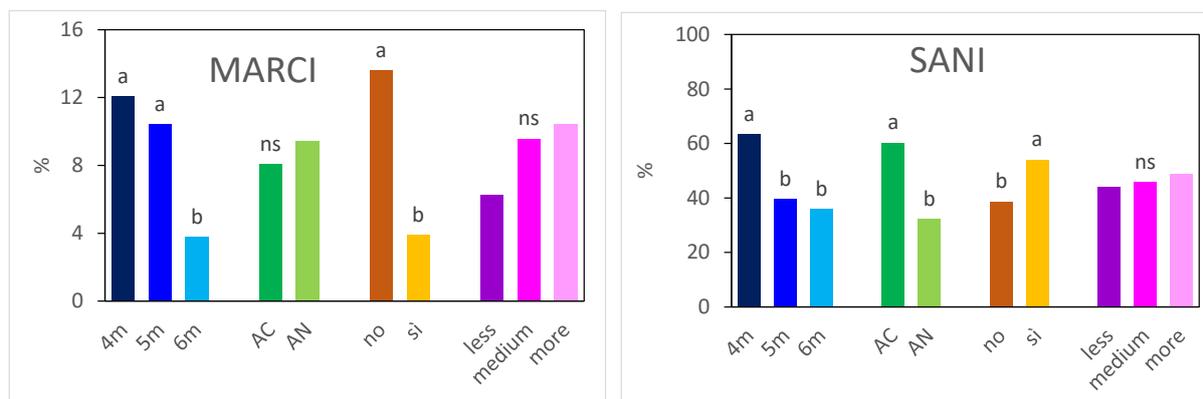


Figura 18 – Percentuale di frutti marci e di frutti sani in relazione alla durata della conservazione, all'atmosfera, al trattamento con 1-MCP e alla classe di maturazione TRS

### FISIOPATIE frutti trattati con 1-MCP conservati fino a giugno (9 mesi)

Anche i frutti trattati con 1-MCP hanno mostrato riscaldamento nero, riscaldamento superficiale e marciumi. Dopo 4 mesi di conservazione il 22% dei frutti mostrava già i sintomi di riscaldamento nero, tale incidenza aumenta con il progredire della conservazione raggiungendo il valore più alto (70%) dopo 9 mesi (Tab. 10, Fig. 19). Di pari passo aumenta anche l'indice di severità che dopo 6 mesi di conservazione indica un danno di tipo medio che si mantiene tale fino a fine conservazione (Tab. 10, Fig.19). Il riscaldamento nero ha una maggiore incidenza e una maggiore severità nei frutti conservati in AN rispetto a quelli conservati in AC e nei frutti POCO MATURI rispetto ai MEDIO/MOLTO MATURI (Tab.10, Fig. 19).

Per quanto riguarda il riscaldamento superficiale, la massima incidenza si osserva dopo 8 mesi di conservazione (7,1%), mentre non si ha sviluppo di questa fisiopatia in corrispondenza delle altre uscite (Tab. 10, Fig. 20); né l'atmosfera di conservazione né il grado di maturazione TRS influenzano in modo significativo lo sviluppo di questa fisiopatia (Tab. 10, Fig. 20). L'indice di severità del riscaldamento superficiale indica sintomi lievi in corrispondenza del massimo sviluppo a 7 mesi (Tab. 10, Fig. 20).

I marciumi variano dall'1% all'8% e la loro incidenza non dipende dalla conservazione (durata e atmosfera) e dalla classe di maturazione TRS (Tab. 10, Fig. 21).

Considerando la percentuale di frutti sani, essa diminuisce in modo significativo dal 73% dopo 4 mesi di conservazione al 21% dopo 9 mesi, è più elevata nei frutti conservati in AC rispetto a quelli conservati in AN e in quelli MOLTO MATURI rispetto ai POCO/MEDIO MATURI (Tab. 10, Fig. 21).

Tabella 10 - Risultati dell'analisi della varianza multifattoriale: valori di  $F$  relativi alle fisiopatie rilevate su pere Conference trattate con 1-MCP e conservate 5, 6, 7, 8, 9 e 10 mesi in AN e in AC e classificate in base al grado di maturazione TRS.

	SANI	RISCALDO SUPERFICIALE (RS)	INDICE SEVERITÀ RS	RISCALDO NERO (RN)	INDICE SEVERITÀ RN	MARCİ
<i>EFFETTI PRINCIPALI</i>						
Durata cons (A)	18,24***	3,53*	2,73 <sup>ns</sup>	14,17***	14,82***	2,06 <sup>ns</sup>
Atmosfera (B)	25,83***	3,45 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	18,26**	38,20***	0,08 <sup>ns</sup>
Mat. TRS (C)	3,90 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	6,22*	15,43***	3,71 <sup>ns</sup>
<i>INTERAZIONI</i>						
AB	2,67 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	2,31 <sup>ns</sup>	3,28 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>
AC	1,38 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
BC	0,80 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	2,02 <sup>ns</sup>	2,52 <sup>ns</sup>	2,26 <sup>ns</sup>

\*\*\*,  $P < 0.001$ ; \*\*,  $P < 0.01$ ; \*,  $P < 0.05$ ; ns, non significativo

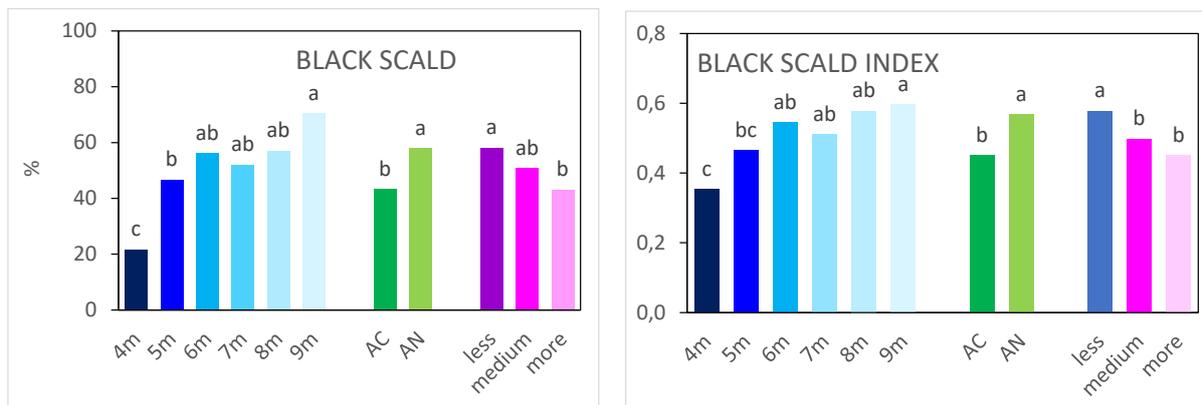


Figura 19 – Percentuale di frutti trattati con 1-MCP affetti da riscaldo nero e indice di severità del riscaldo nero in relazione alla durata della conservazione, all'atmosfera e alla classe di maturazione TRS.

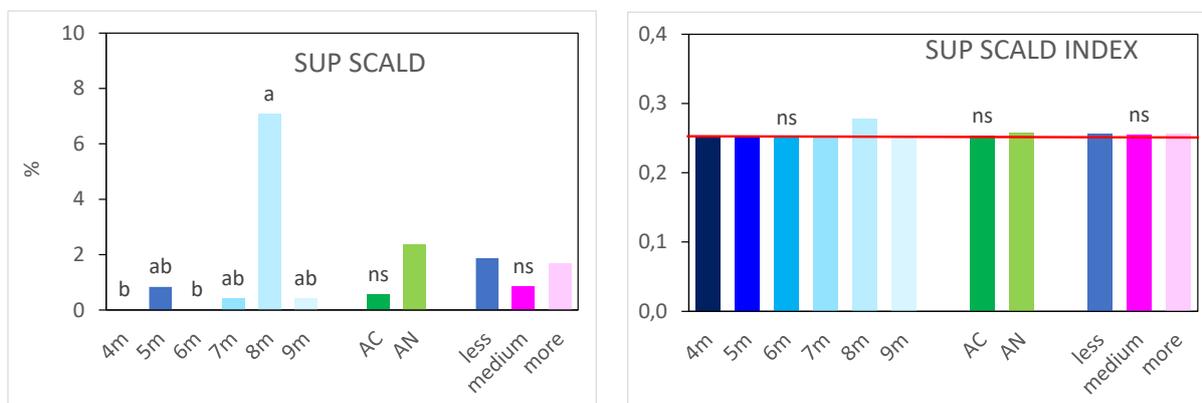


Figura 20 – Percentuale di frutti trattati con 1-MCP affetti da riscaldo superficiale e indice di severità del riscaldo superficiale in relazione alla durata della conservazione, all'atmosfera e alla classe di maturazione TRS.

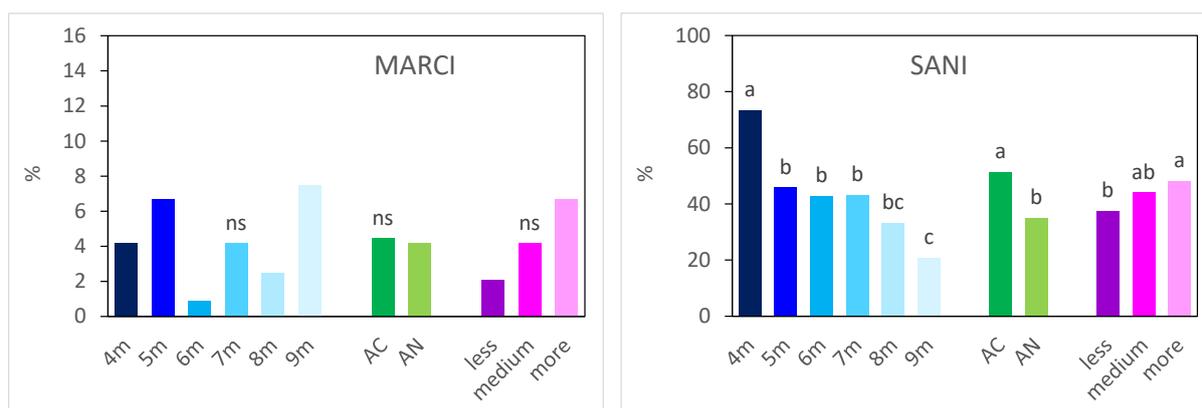


Figura 21 – Percentuale di frutti trattati con 1-MCP marci e sani in relazione alla durata della conservazione, all'atmosfera alla classe di maturazione TRS

## 5. Conclusione e sviluppi futuri

---

La seconda campagna di misura effettuata su pere Conference ha mostrato che la classe di maturazione TRS definita in base al valore del coefficiente di assorbimento misurato a 650 nm ( $\mu_a650$ ) alla raccolta influenza le caratteristiche qualitative dei frutti non solo alla raccolta ma anche dopo conservazione sia nei frutti trattati con 1-MCP che nei frutti non trattati anche se i risultati dipendono anche dall'interazione con le condizioni di conservazione (durata e atmosfera). Dopo conservazione i frutti MOLTO MATURI avevano la buccia meno verde ed erano caratterizzati da valori di durezza e di residuo secco rifrattometrico (RSR) più elevati rispetto ai frutti POCO MATURI. Queste differenze strumentali sono state percepite a livello sensoriale in quanto i frutti MOLTO MATURI sono stati giudicati dagli assaggiatori più dolci e più duri ma anche più aromatici e sono risultati più graditi. I frutti MOLTO MATURI hanno prodotto più etilene dei frutti POCO MATURI. Considerando lo sviluppo delle fisiopatie, i frutti MOLTO MATURI hanno mostrato una minore incidenza di riscaldamento nero accompagnata da una minore severità ma anche una maggiore incidenza di riscaldamento superficiale e di marciumi, anche se in questi ultimi casi le differenze rispetto alle altre classi di maturazione non erano significative.

Durante il terzo anno di progetto verranno valutati gli effetti della classe di maturazione TRS, assieme all'atmosfera di conservazione e al trattamento con 1-MCP, sulle variazioni di qualità durante la shelf life a 20°C di pere Abate Fetel e Conference dopo un periodo di breve conservazione.