

DAL SEME DI CACAO ALLA TAVOLETTA: L'IMPORTANZA DEL PROCESSO PRODUTTIVO NELL'AROMA DEL CIOCCOLATO

**Roberta Ascrizzi, Ylenia Pieracci, Cecilia Tessieri,
Guido Flamini e Luisa Pistelli**



www.farm.unipi.it



Theobroma cacao L.

«Cibo degli Dei»: dal greco $\theta \varepsilon \acute{o}s$ (dio) e $\beta \rho \tilde{\omega} \mu \alpha$ (cibo); leggenda di **Quetzalcoatl**

Famiglia *Malvaceae* (ex *Sterculiaceae*)
Sottofamiglia *Sterculioideae*



Habitus albero sempreverde, 5-10 m

Frutto **cabosse** (o **cabosside**), forma di cedro allungato 10-15 cm, giallastro-verdognolo a bruno-rossastro, buccia 10 strisce longitudinali, 25-40 semi immersi in polpa gelatinosa zuccherina di sapore aspro



Semi piatti, ovali, a mandorla, bruno-violacei, in 5 file; costituiti soprattutto da zuccheri, grassi, albuminoidi



Theobroma cacao L.



Varietà	Caratteristiche
Criollo <i>Theobroma cacao</i> subsp. <i>cacao</i> ¹ (cacao fine, nobile)	Frutto allargato, appuntito, giallo o rosso; buccia morbida, rugosa per 10 solchi profondi e netti. Seme bianco-violetto, molto profumato, poco amaro. Poco resistente. Gusto più delicato ma con note fruttate.
Forastero <i>Theobroma cacao</i> subsp. <i>sphaerocarpum</i> (A.Chev.) Cuatrec. ² (cacao di consumo)	Frutto rotondo, giallo; buccia dura e liscia. Seme porpora, piatto, amaro. Resistente e molto produttiva. Gusto forte ma no retrogusto fruttato.
Trinitario (ibrido)	Frutto forma e colori diversi. Seme piuttosto grande. Caratteristiche intermedie tra Criollo e Forastero.

Altre varietà: Marañon, Curaray, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional, Gulana...

¹ syn. di *Theobroma cacao* L. su theplantlist.org

² nome accettato su theplantlist.org



Theobroma cacao L.



Varietà	Caratteristiche
Criollo <i>Theobroma cacao</i> subsp. <i>cacao</i> ¹ (cacao fine, nobile)	Frutto allargato, appuntito, giallo o rosso; buccia morbida, rugosa per 10 solchi profondi e netti. Seme bianco-violetto, molto profumato, poco amaro. Poco resistente. Gusto più delicato ma con note fruttate.
Forastero <i>Theobroma cacao</i> subsp. <i>sphaerocarpum</i> (A.Chev.) Cuatrec. ² (cacao di consumo)	Frutto rotondo, giallo; buccia dura e liscia. Seme porpora, piatto, amaro. Resistente e molto produttiva. Gusto forte ma no retrogusto fruttato.
Trinitario	Frutto forma e colori diversi. Seme piuttosto grande. Caratteristiche intermedie tra Criollo e Forastero.

80% produzione mondiale di cacao

Antamano, Amelonado, Purús, Nacional, Gulana...

¹ syn. di *Theobroma cacao* L. su theplantlist.org

² nome accettato su theplantlist.org



Theobroma



Varietà	Caratteristiche
Criollo <i>Theobroma cacao</i> subsp. <i>cacao</i> (cacao fine, nobile)	1% produzione mondiale di cacao Frutto appuntito, giallo o arancione, rugosa per 10 cm. Seme violetto, molto profumato, poco amaro. Poco resistente. Gusto più delicato ma con note fruttate.
Forastero <i>Theobroma cacao</i> subsp. <i>sphaerocarpum</i> (A.Chev.) Cuatrec. ² (cacao di consumo)	Frutto rotondo, giallo; buccia dura e liscia. Seme porpora, piatto, amaro. Resistente e molto produttiva. Gusto forte ma no retrogusto fruttato.
Trinitario 80% produzione mondiale di cacao	Frutto forma e colori diversi. Seme piuttosto grande. Caratteristiche intermedie tra Criollo e Forastero.

¹ syn. di *Theobroma cacao* L. su theplantlist.org

² nome accettato su theplantlist.org



La percezione degli aromi e del gusto

La **percezione** degli aromi e dei sapori dei cibi è data da una **complessa sinergia** tra:

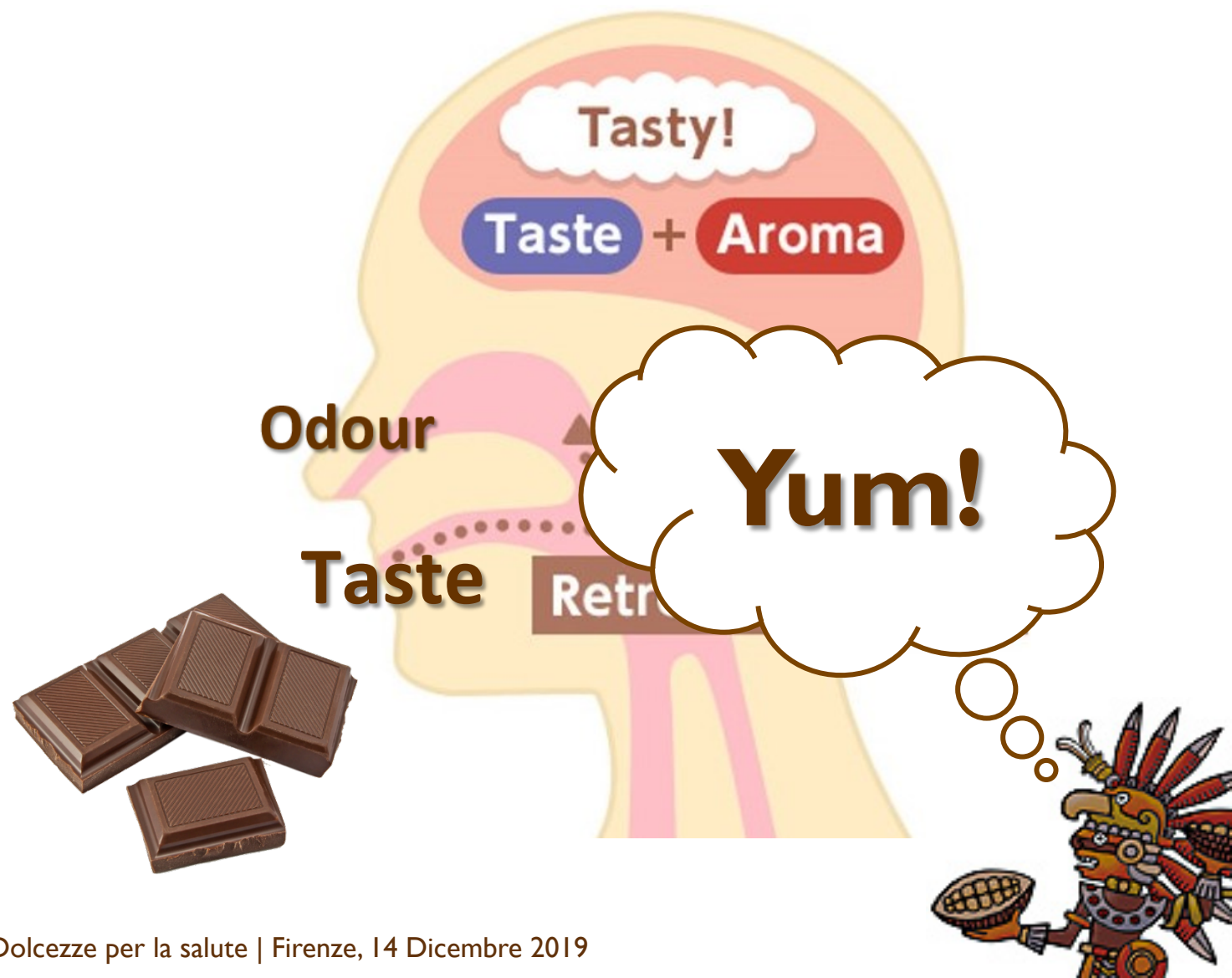
1. **Odore**: chemocettori porzione superiore del setto nasale che arrivano direttamente al bulbo olfattivo.
2. **Aroma retronasale**: rilevazione gustativa di uno specifico odore, c'è mediazione della bocca (saliva, enzimi, calore, ecc.)
3. **Sapore**: percepito dalle gemme gustative delle papille della lingua (dolce, salato, acido, amaro, umami)



La percezione degli aromi e del gusto

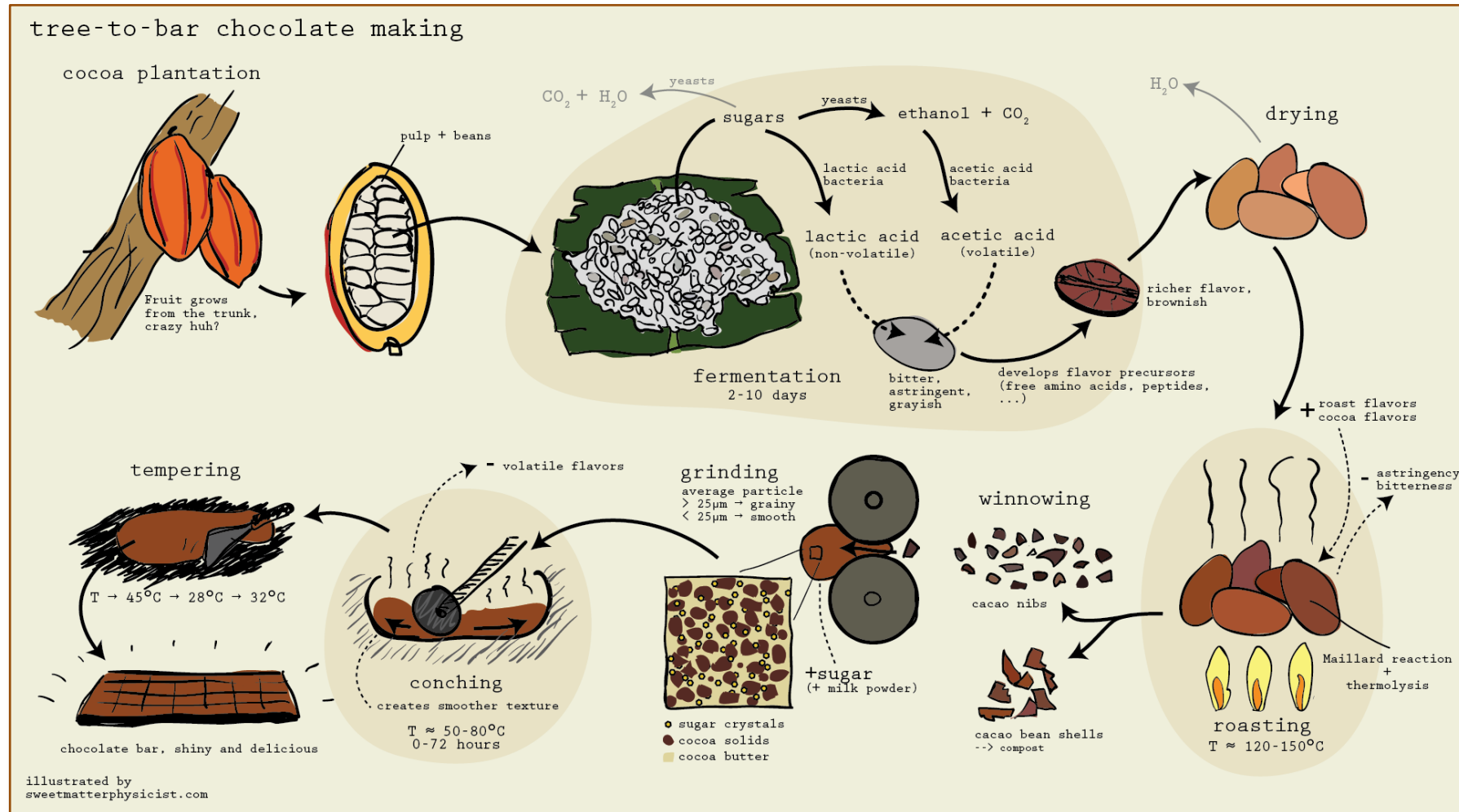
La **percezione** degli aromi e dei sapori dei cibi è data da una **complessa sinergia** tra:

1. **Odore**: chemocettori porzione superiore del setto nasale che arrivano direttamente al bulbo olfattivo.
2. **Aroma retronasale**: rilevazione gustativa di uno specifico odore, c'è mediazione della bocca (saliva, enzimi, calore, ecc.)
3. **Sapore**: percepito dalle gemme gustative delle papille della lingua (dolce, salato, acido, amaro, umami)



La filiera produttiva del cioccolato

HS-SPME/GC-MS campioni delle varie fasi della filiera produttiva



Raccolta



PRODUZIONE DI CACAO: LE QUANTITÀ DEL 2013/2014*



* Fonte: stima dell'International Cocoa Organization (ICCO), Londra, del 28 novembre 2014.

da <http://www.cooperazione.ch/Cacao+ghanese>



Fermentazione



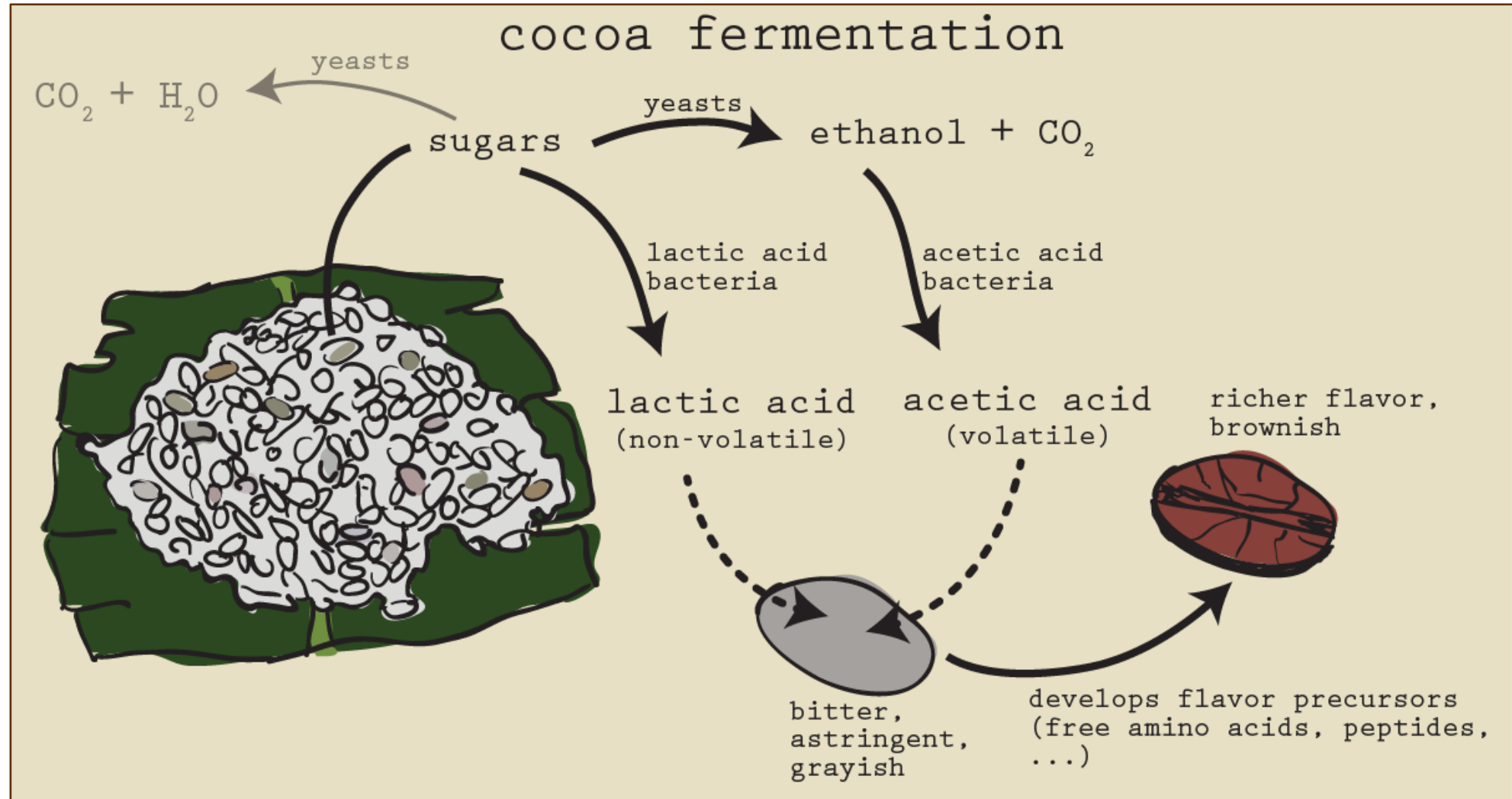
Fermentazione polpa e semi in casse di legno («**modulos**») forate per aerazione, ricoperti con foglie di banano (lieviti) e tela di juta (calore); 3-6 giorni (rimescolamento ogni 24 h, cambio box ogni 48 h).



da <https://onthecocoatrail.com/2012/06/20/from-tree-to-bean-the-beginning-of-fermen>



Fermentazione



da <http://sweetmatterphysicist.com/tree-to-bar-basics/>



Essiccazione

Essiccazione naturale al sole, 5-7 giorni (<5 acidità, >7 maffe).



Giorno 1

«Pre-secado», coperti, a 20 cm da terra.



Giorno 2

A terra, rivoltati 2/die con rastrello di legno, coperti, al sole.



Giorni 3-5/7

A terra, sole diretto.

da <https://onthecocoatrail.com/2012/06/24/from-tree-to-bean-the-drying-process/>



Semi fermentati ed essiccati

	I.r.i.	%	Aroma
Acidi			
3-methylbutanoic acid	836	1.7	rancido
2-methylbutanoic acid	845	4.0	rancido
Alcoli			
2,3-butanediol	789	0.9	
2-heptanol	898	0.7	fresco, limone
phenylethyl alcohol	1110	1.6	floreale, miele
Aldeidi e chetoni			
2-heptanone	891	0.6	formaggio
benzaldehyde	962	0.5	aspro
acetophenone	1067	0.2	dolce, mandorle
Esteri			
ethyl octanoate	1197	0.5	fruttato, ananas
ethyl phenylacetate	1251	0.5	fruttato, miele
2-phenylethyl acetate	1258	2.5	rosa
Monoterpeni ossigenati			
linalool	1101	1.2	floreale
Pirazine			
2,3-dimethylpyrazine	930	0.3	caramello
2,3,5-trimethylpyrazine	1003	2.4	nocciole tostate
tetramethylpyrazine	1086	71.8	cacao, tostato
2,3,5-trimethyl-6-ethylpyrazine	1162	0.9	



Classe chimica	%
Acidi	5.7
Alcoli	5.2
Aldeidi	0.7
Apocaroteni	0.2
Esteri	8.4
Chetoni	0.8
Monoterpeni ossigenati	1.6
Pirazine	75.4
Sesquiterpeni idrocarburi	0.2



Il passaggio agli stabilimenti produttivi



Tostatura

T= 110 – 140 °C (critica, se T troppo alta o tostatura troppo lunga: over-roasting con sapore di bruciato)

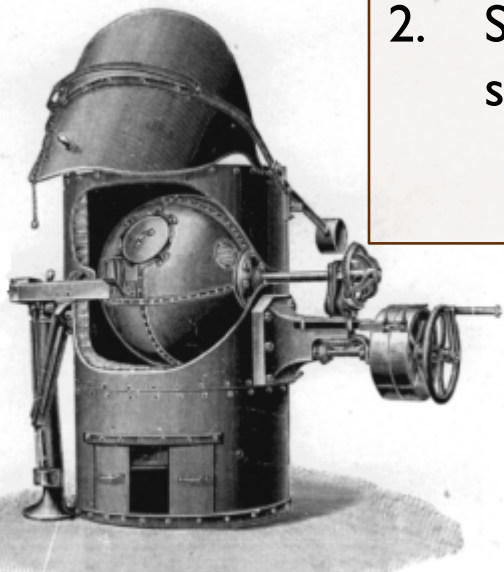
Scopi tecnologici:

1. Ammorbidisce gusci
2. Cotiledoni più friabili

Scopi aromatici:

1. Evaporazione acidi (++ AcOH)
2. Sviluppo aroma tostato e «di cacao» per sintesi pirazine* (Maillard)

*solo TMP presente già nei semi



Semi tostati (con guscio)

	I.n.i.	%	Aroma
Acidi			
3-methylbutanoic acid	836	0.6	rancido
2-methylbutanoic acid	845	0.2	rancido
Alcoli			
1,3-butanediol	788	1.4	
2,3-butanediol	789	1.9	
phenylethyl alcohol	1110	10.8	floreale, miele
Aldeidi e chetoni			
2-methylbutanal	659	3.3	malto, cacao
2-heptanone	891	0.1	formaggio
benzaldehyde	962	0.5	aspro
Esteri			
isopentyl acetate	877	4.9	
ethyl octanoate	1197	0.3	fruttato, ananas
ethyl phenylacetate	1251	0.4	fruttato, miele
2-phenylethyl acetate	1258	1.5	rosa
Pirazine			
2,5-dimethylpyrazine	913	0.4	cacao, nocciole tostate
2,3-dimethylpyrazine	930	1.1	caramello
2-ethyl-6-methylpyrazine	1001	0.1	verde, tostato
2,3,5-trimethylpyrazine	1003	7.1	nocciole tostate
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	1080	0.7	
tetramethylpyrazine	1086	59.7	cacao, tostato
2,3,5-trimethyl-6-ethylpyrazine	1162	2.0	

Classe chimica	%
Acidi	0.8
Alcoli	5.2
Aldeidi	4.3
Esteri	7.7
Chetoni	0.1
Monoterpeni idrocarburi	0.4
Monoterpeni ossigenati	0.8
Pirazine	71.1



Decorticazione e degerminazione



Rottura semi:
cotiledoni che
costituiscono la
granella di cacao
(«**nibs**») separati per
setacciatura dai gusci.



Granella di cacao (senza guscio)

	I.r.i.	%	Aroma
Acidi			
3-methylbutanoic acid	836	1.0	rancido
2-methylbutanoic acid	845	0.5	rancido
Alcoli			
2,3-butanediol	789	2.3	
phenylethyl alcohol	1110	1.4	floreale, miele
Aldeidi e chetoni			
2-methylbutanal	659	1.0	malto, cacao
2-heptanone	891	0.3	formaggio
benzaldehyde	962	0.5	aspro
Esteri			
isopentyl acetate	877	1.8	
ethyl octanoate	1197	0.3	fruttato, ananas
ethyl phenylacetate	1251	0.4	fruttato, miele
2-phenylethyl acetate	1258	1.7	rosa
Monoterpeni ossigenati			
linalool	1101	1.0	floreale
Pirazine			
			cacao, nocciole tostate
2,5-dimethylpyrazine	913	0.5	
2,3-dimethylpyrazine	930	0.9	caramello
2-ethyl-6-methylpyrazine	1001	0.2	verde, tostato
2,3,5-trimethylpyrazine	1003	5.4	nocciole tostate
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	1080	0.7	
tetramethylpyrazine	1086	65.7	cacao, tostato
2,3,5-trimethyl-6-ethylpyrazine	1162	1.9	

Classe chimica	%
Acidi	1.5
Alcoli	5.8
Aldeidi	2.7
Esteri	5.3
Chetoni	0.7
Monoterpeni idrocarburi	0.5
Monoterpeni ossigenati	1.1
Pirazine	75.3



Triturazione



Triturazione dei cotiledoni tra cilindri caldi per diverse ore, porta alla formazione della **massa di cacao** (o pasta o liquore di cacao).

Massa di cacao: **50% burro di cacao, 50% polvere di cacao** (solida).



Massa di cacao

	I.r.i.	%	Aroma
Acidi			
3-methylbutanoic acid	836	1.1	rancido
2-methylbutanoic acid	845	2.2	rancido
Alcoli			
isopentyl alcohol	763	2.4	
1,3-butanediol	788	1.3	
2,3-butanediol	789	1.5	
Aldeidi e chetoni			
2-methylbutanal	659	9.5	malto, cacao
2-heptanone	891	0.6	formaggio
benzaldehyde	962	0.4	aspro
Esteri			
isopentyl acetate	877	3.8	
ethyl octanoate	1197	0.3	fruttato, ananas
ethyl phenylacetate	1251	0.3	fruttato, miele
2-phenylethyl acetate	1258	1.3	rosa
Pirazine			
2,5-dimethylpyrazine	913	0.4	cacao, nocciole tostate
2,3-dimethylpyrazine	930	0.7	caramello
2-ethyl-6-methylpyrazine	1001	0.2	verde, tostato
2,3,5-trimethylpyrazine	1003	4.7	nocciole tostate
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	1080	0.5	
tetramethylpyrazine	1086	53.8	cacao, tostato
2,3,5-trimethyl-6-ethylpyrazine	1162	1.6	



Classe chimica	%
Acidi	3.3
Alcoli	6.7
Aldeidi	10.4
Esteri	6.8
Chetoni	1.0
Monoterpeni idrocarburi	1.0
Monoterpeni ossigenati	1.1
Pirazine	61.9



Miscelazione e raffinazione



Cioccolato fase grassa continua (burro di cacao) in cui è dispersa la fase solida (zucchero e polvere di cacao)

Miscelazione pasta di cacao + burro di cacao + zucchero + aroma di vaniglia/bacche di vaniglia

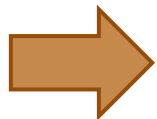
Raffinazione raffinatori a rulli riducono le particelle solide a $d < 30 \mu\text{m}$ per:

1. Palatabilità
2. No striature gialle (burro) o bianche (zucchero)
3. Conservazione



Cioccolato raffinato

	I.r.i.	%	Aroma
Acidi			
3-methylbutanoic acid	836	0.7	rancido
2-methylbutanoic acid	845	0.2	rancido
Alcoli			
isopentyl alcohol	763	1.2	
1,3-butanediol	788	0.6	
2,3-butanediol	789	1.1	
phenylethyl alcohol	1110	1.0	floreale, miele
Aldeidi e chetoni			
2-methylbutanal	659	2.2	malto, cacao
2-heptanone	891	0.3	formaggio
benzaldehyde	962	0.3	aspro
Esteri			
isopentyl acetate	877	2.1	
2-phenylethyl acetate	1258	1.6	rosa
Monoterpeni ossigenati			
linalool	1101	0.9	floreale
Pirazine			
2,5-dimethylpyrazine	913	0.3	cacao, nocciole tostate
2,3-dimethylpyrazine	930	0.6	caramello
2-ethyl-6-methylpyrazine	1001	0.2	verde, tostato
2,3,5-trimethylpyrazine	1003	5.4	nocciole tostate
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	1080	0.7	
tetramethylpyrazine	1086	67.9	cacao, tostato
2,3,5-trimethyl-6-ethylpyrazine	1162	2.1	



Classe chimica	%
Acidi	0.9
Alcoli	4.2
Aldeidi	3.1
Esteri	5.5
Chetoni	0.6
Monoterpeni idrocarburi	1
Monoterpeni ossigenati	1.4
Pirazine	77.2



Concaggio



Agitazione a $>50^{\circ}\text{C}$ per ore: per cioccolato fondente tipicamente da $70-82^{\circ}\text{C}$ per 16-24 h.

Prodotto: **cioccolato colato**.

Funzioni:

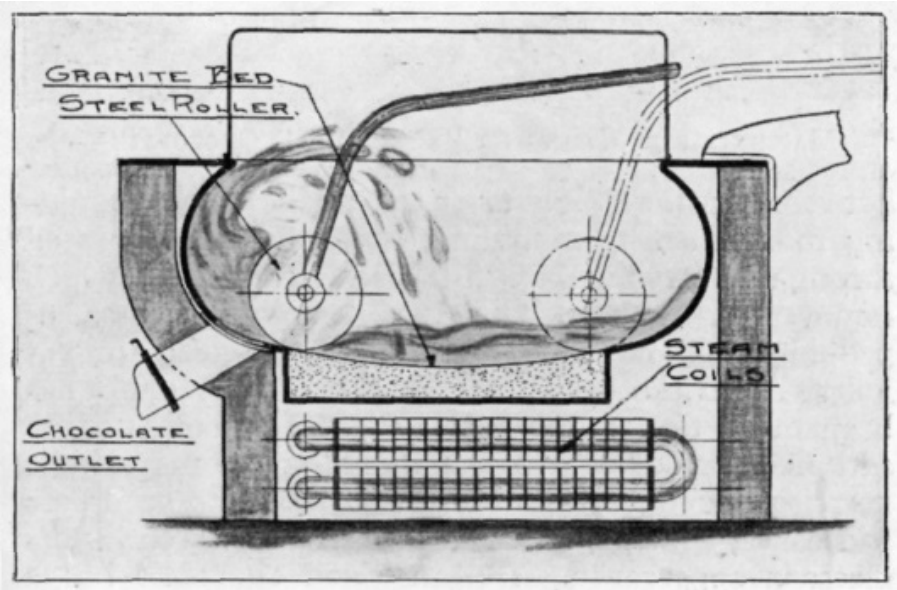
- Riduzione umidità
- Evaporazione acidi volatili ($++\text{AcOH}$)
- Miglioramento interazione fase dispersa-fase continua
- Sviluppo composti attivi come aromi (caramello)

Afoakwa, «Chocolate science and technology 2° Edition», 2016, Wiley Blackwell



Cioccolato colato

	I.r.i.	%	Aroma
Acidi			
3-methylbutanoic acid	836	0.4	rancido
2-methylbutanoic acid	845	0.7	rancido
Alcoli			
1,3-butanediol	788	0.3	
2,3-butanediol	789	0.7	
phenylethyl alcohol	1110	1.3	floreale, miele
Aldeidi			
2-methylbutanal	659	0.6	malto, cacao
benzaldehyde	962	0.2	aspro
Esteri			
2-heptyl acetate	1044	0.4	
isopentyl butyrate	1061	0.4	
ethyl octanoate	1197	0.4	fruttato, ananas
ethyl phenylacetate	1251	0.4	fruttato, miele
2-phenylethyl acetate	1258	1.8	rosa
Monoterpeni ossigenati			
linalool	1101	1.1	floreale
Pirazine			
2,5-dimethylpyrazine	913	0.2	cacao, nocciole tostate
2,3-dimethylpyrazine	930	0.4	caramello
2-ethyl-6-methylpyrazine	1001	0.2	verde, tostato
2,3,5-trimethylpyrazine	1003	5.6	nocciole tostate
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	1080	0.8	
tetramethylpyrazine	1086	75.3	cacao, tostato
2,3,5-trimethyl-6-ethylpyrazine	1162	2.3	



Arthur W. Knapp, «Cocoa and Chocolate - Their History from Plantation to Consumer», Dodo Press



Classe chimica	%
Acidi	1.1
Alcoli	2.5
Aldeidi	1.5
Apocaroteni	0.2
Esteri	3.6
Chetoni	0.3
Monoterpeni idrocarburi	0.6
Monoterpeni ossigenati	1.7
Pirazine	84.8

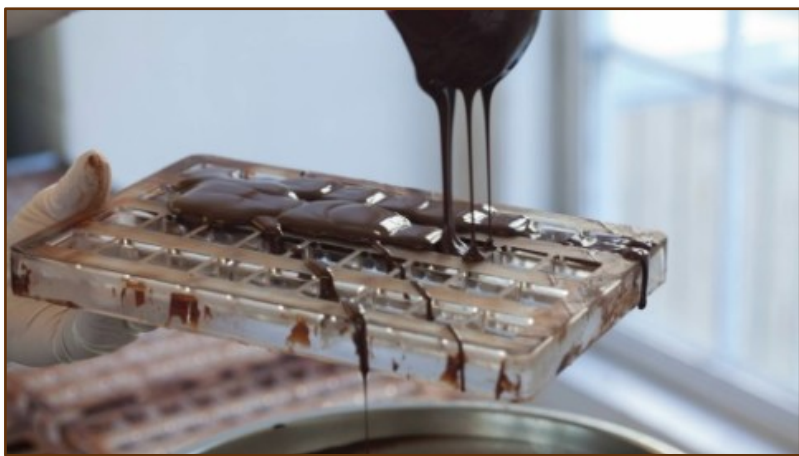


Temperaggio e modellaggio



Temperaggio graduale raffreddamento del cacao colato (per ottenere cristallizzazione desiderata) da 45 °C a 27 °C, seguito da riscaldamento a 31 °C (± 1 °C).

Modellaggio cioccolato temperato colato in stampi a temperatura uguale a quella del cioccolato (evitare separazione fasi), mantenuti in leggera vibrazione (eliminazione bolle d'aria).



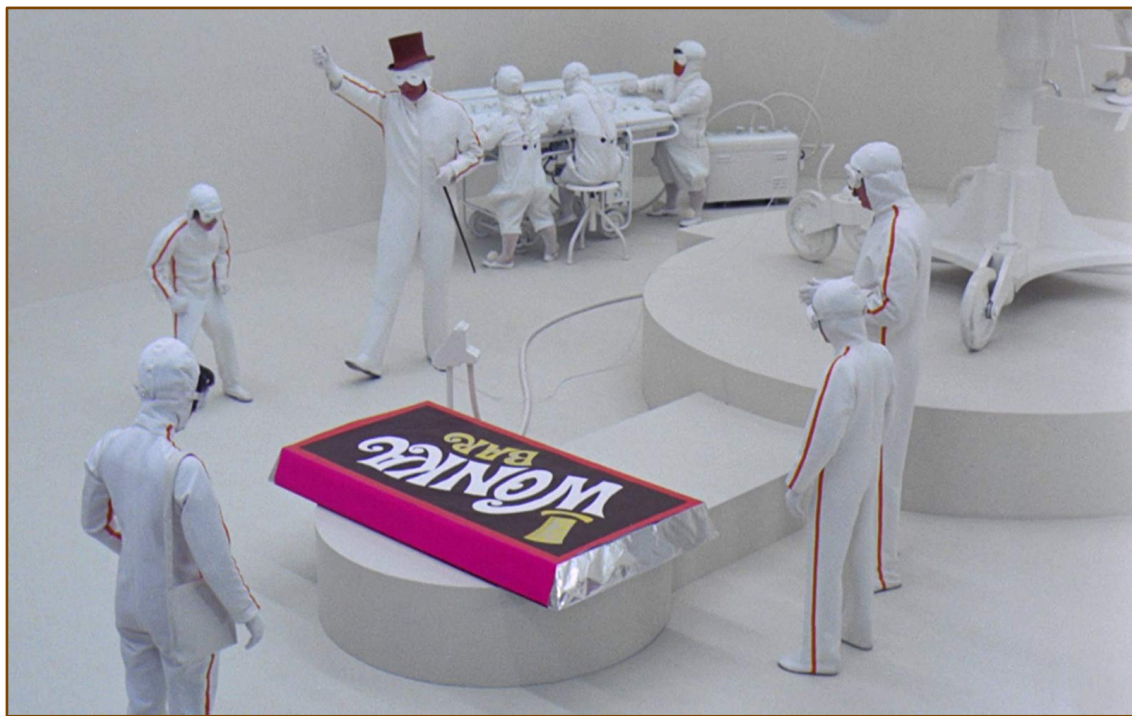
Cioccolato modellato

	I.r.i.	%	Aroma
Acidi			
3-methylbutanoic acid	836	0.5	rancido
2-methylbutanoic acid	845	0.9	rancido
Alcoli			
2,3-butanediol	789		
phenylethyl alcohol	1110	1.4	floreale, miele
Aldeidi			
2-methylbutanal	659	0.4	malto, cacao
benzaldehyde	962	0.3	aspro
2-phenyl-2-butenal	1271	0.6	tostato, cacao
Esteri			
ethyl phenylacetate	1251	0.5	fruttato, miele
2-phenylethyl acetate	1258	2.1	rosa
Monoterpeni ossigenati			
linalool	1101	1.2	floreale
Pirazine			
2,5-dimethylpyrazine	913	0.2	cacao, nocciole tostate
2,3-dimethylpyrazine	930	0.4	caramello
2-ethyl-6-methylpyrazine	1001	0.2	verde, tostato
2,3,5-trimethylpyrazine	1003	5.1	nocciole tostate
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	1080	0.8	
tetramethylpyrazine	1086	73.7	cacao, tostato
2,3,5-trimethyl-6-ethylpyrazine	1162	2.4	

Classe chimica	%
Acidi	1.4
Alcoli	2.9
Aldeidi	1.7
Apocaroteni	0.2
Esteri	3.9
Chetoni	0.3
Monoterpeni idrocarburi	0.8
Monoterpeni ossigenati	1.9
Pirazine	82.8
Sesquiterpeni idrocarburi	0.1
Derivati solforati	0.2



Confezionamento



Cioccolato incartato

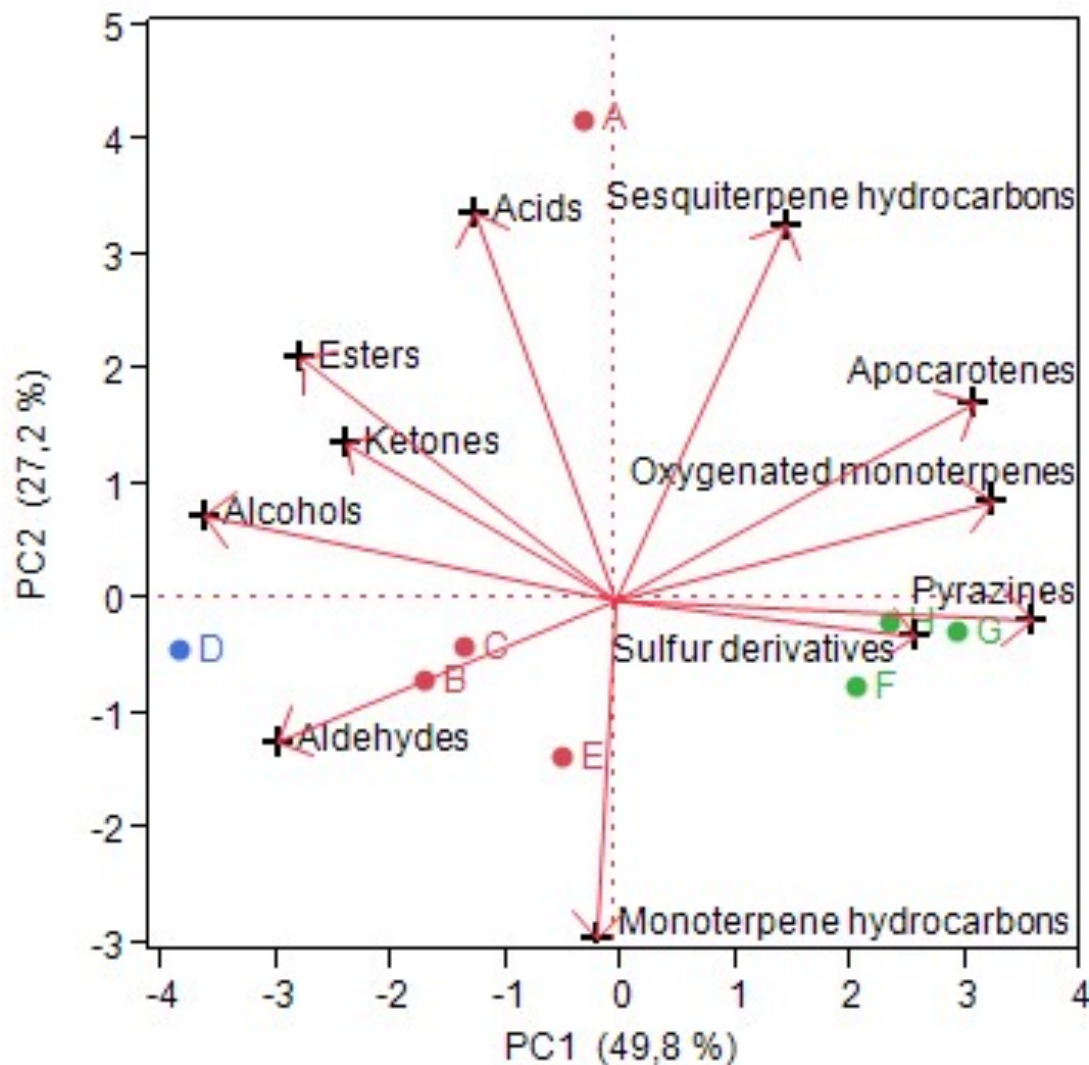
	I.r.i.	%	Aroma
Acidi			
3-methylbutanoic acid	836	0.4	rancido
2-methylbutanoic acid	845	0.5	rancido
Alcoli			
1,3-butanediol	788	0.6	
2,3-butanediol	789	1.0	
phenylethyl alcohol	1110	1.4	floreale, miele
Aldeidi			
2-methylbutanal	659	0.4	malto, cacao
benzaldehyde	962	0.2	aspro
2-phenyl-2-butenal	1271	0.6	tostato, cacao
5-methyl-2-phenyl-2-hexenal	1487	0.4	cacao
Esteri			
2-heptyl acetate	1044	0.4	
ethyl phenylacetate	1251	0.5	fruttato, miele
2-phenylethyl acetate	1258	2.3	rosa
Monoterpeni ossigenati			
linalool	1101	1.1	floreale
Pirazine			
2,5-dimethylpyrazine	913	0.2	cacao, nocciole tostate
2,3-dimethylpyrazine	930	0.3	caramello
2-ethyl-6-methylpyrazine	1001	0.2	verde, tostato
2,3,5-trimethylpyrazine	1003	4.9	nocciole tostate
3-ethyl-2,5-dimethylpyrazine	1080	0.8	
tetramethylpyrazine	1086	73.9	cacao, tostato
2,3,5-trimethyl-6-ethylpyrazine	1162	2.7	



Classe chimica	%
Acidi	0.9
Alcoli	3.4
Aldeidi	1.8
Apocaroteni	0.2
Esteri	4.0
Chetoni	0.3
Monoterpeni idrocarburi	0.7
Monoterpeni ossigenati	1.8
Pirazine	83.0
Sesquiterpeni idrocarburi	0.1
Derivati solforati	0.1



Analisi statistica (PCA)



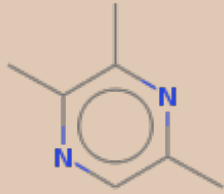
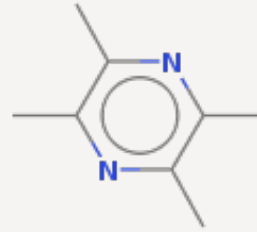
Legenda

A	Semi fermentati ed essiccati
B	Semi tostati (con guscio)
C	Granella di cacao (senza guscio)
D	Massa di cacao
E	Cioccolato raffinato
F	Cioccolato colato
G	Cioccolato modellato
H	Cioccolato incartato



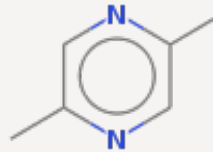
Pirazine

Tetramethylpyrazine (TMP) unica presente in elevata percentuale anche nei semi non tostati (caratteristica del *Criollo*); nota **aromatica verde, tostato, caffè**.

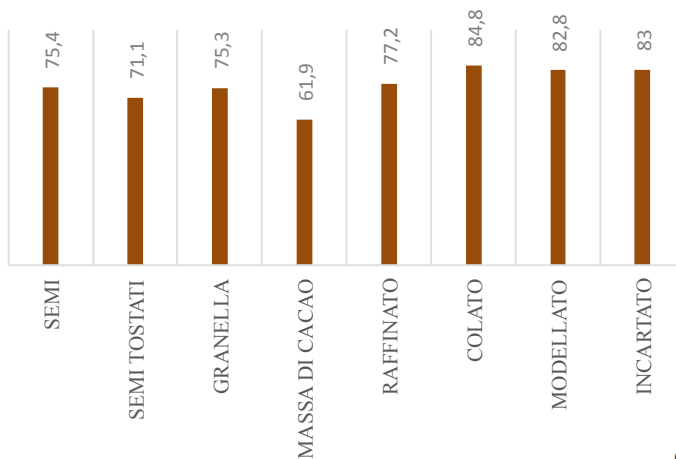


2,5-dimethylpyrazine (DMP) nota aromatica **verde, rum, nocciole tostate**.

2,3,5-trimethylpyrazine (TrMP) con TMP è l'unica sintetizzata durante fermentazione; nota aromatica **verde, cacao, nocciole tostate**.



% PIRAZINE TOTALI



Maillard serie di reazioni responsabile dell'imbrunimento (**melanoidine**) non enzimatico degli alimenti durante la cottura (T_{ott} 140-160°C).

Classes of Maillard Reaction Products



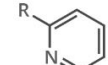
The Maillard reaction produces hundreds of products; a small subset of these contribute to flavour and aroma, some groups of which are described below. Melanoidins are also formed, brown, polymeric substances which contribute to the colouration of many cooked foods.



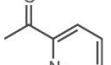
PYRAZINES
cooked
roasted
tasted



PYRROLES
cereal-like
nutty



ALKYLPYRIDINES
bitter
burnt
astringent



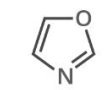
ACYLPYRIDINES
cracker-like
cereal



FURANONES
sweet
caramel
burnt



FURANS
meaty
burnt
caramel-like

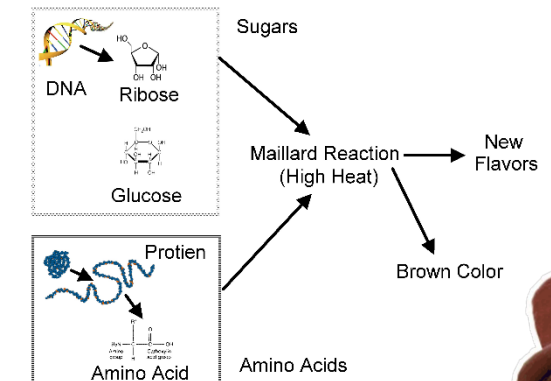


OXAZOLES
green
nutty
sweet



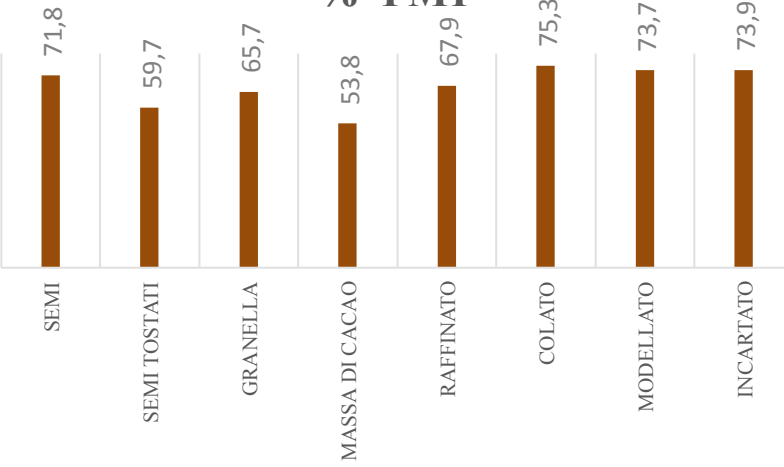
THIOPHENES
meaty
roasted

da <http://www.compoundchem.com/2015/01/27/maillardreaction/>

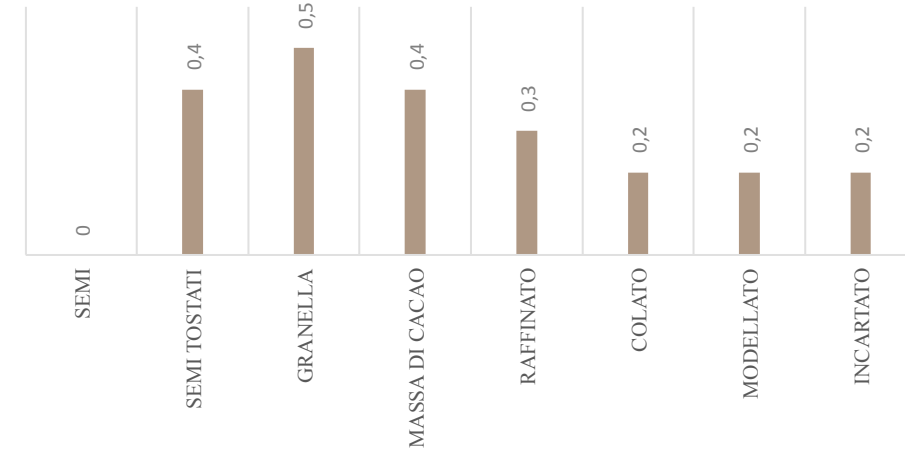


Andamento delle pirazine

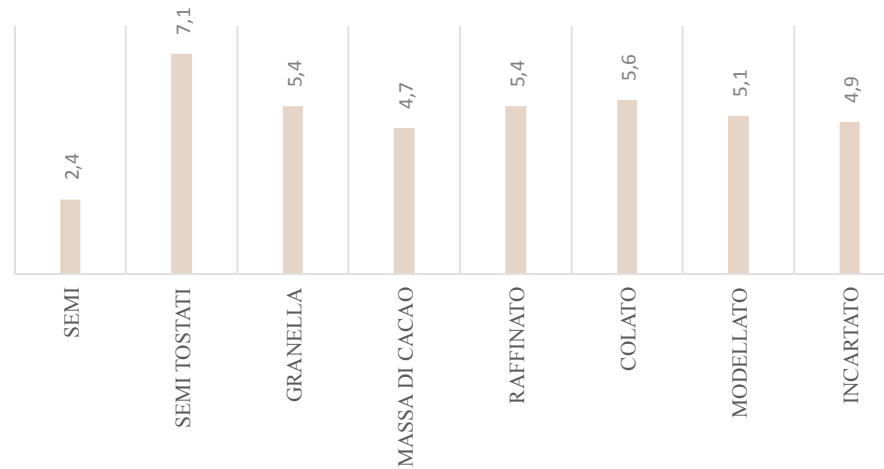
% TMP



% DMP

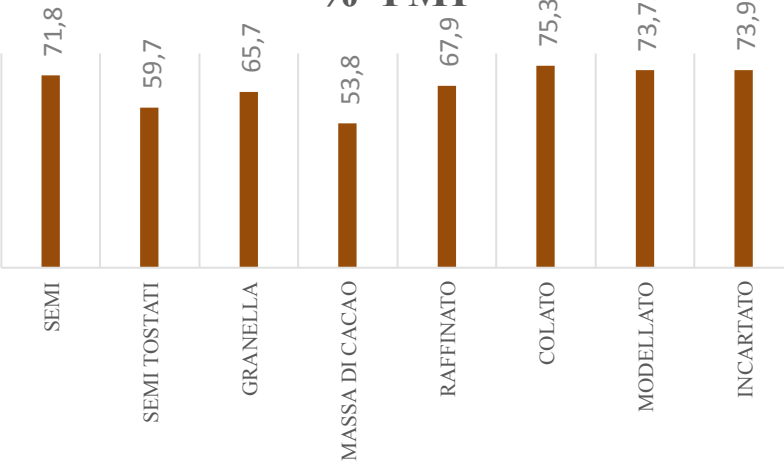


% TrMP

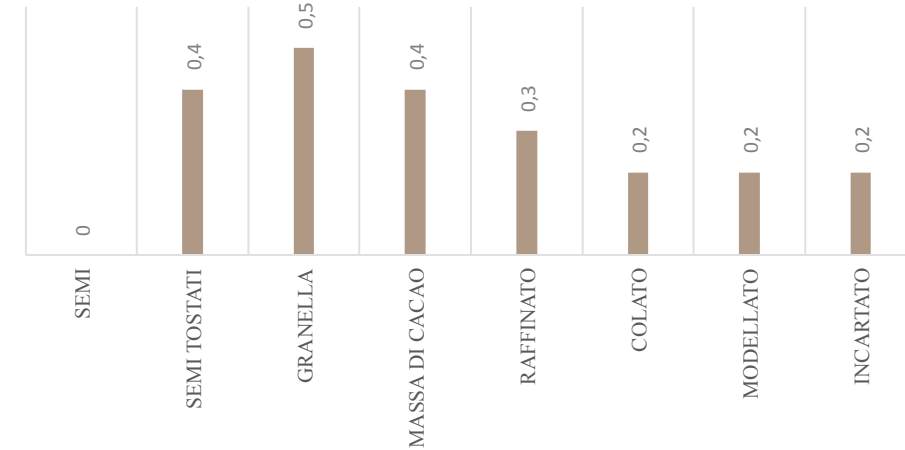


Andamento delle pirazine

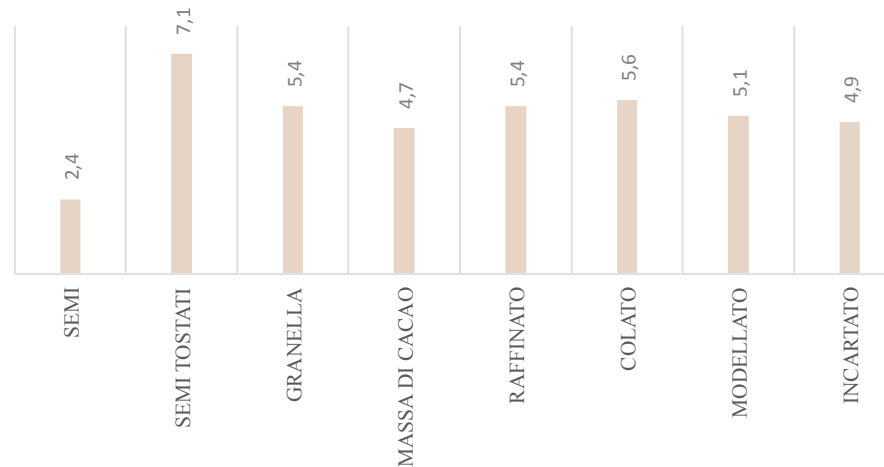
% TMP



% DMP



% TrMP

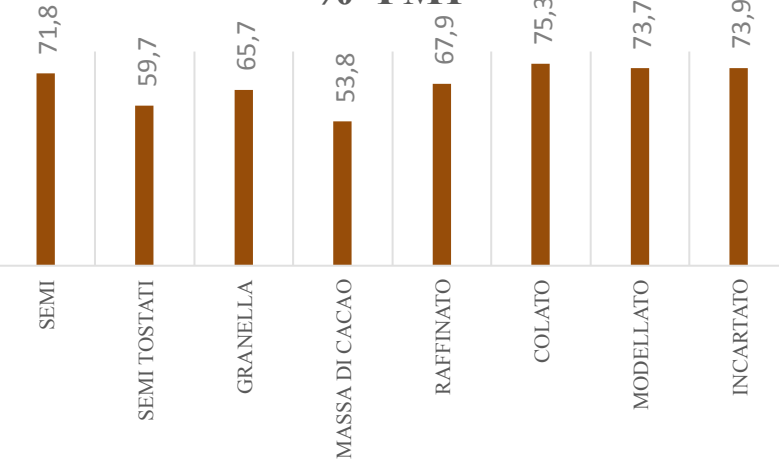


TMP valori elevati:
condizioni di **tostatura**
intermedia
(ottimale)

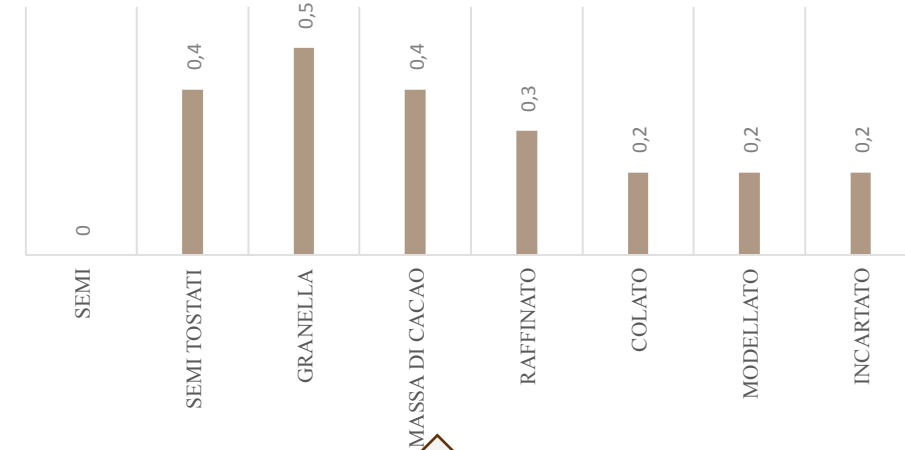


Andamento delle pirazine

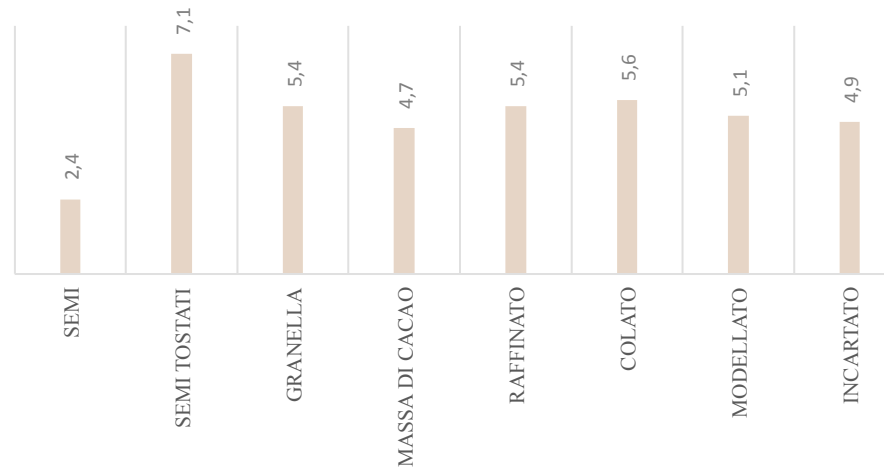
% TMP



% DMP



% TrMP



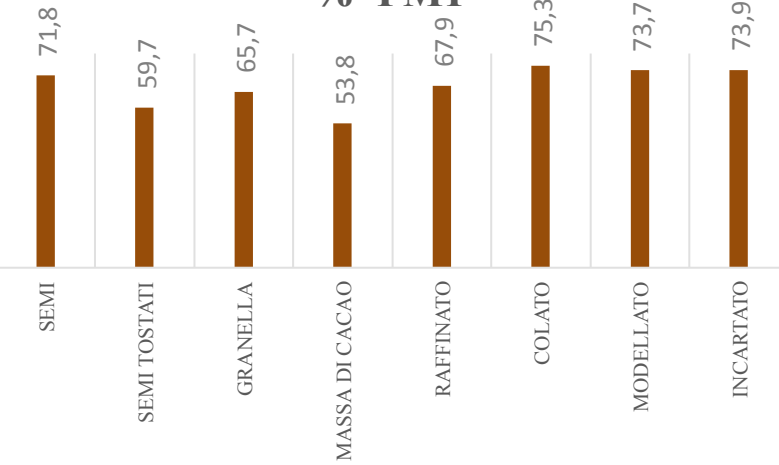
TMP valori elevati:
condizioni di **tostatura
intermedia
(ottimale)**

DMP valori bassi:
condizioni di
**tostatura ottimale
(no over-roasting)**



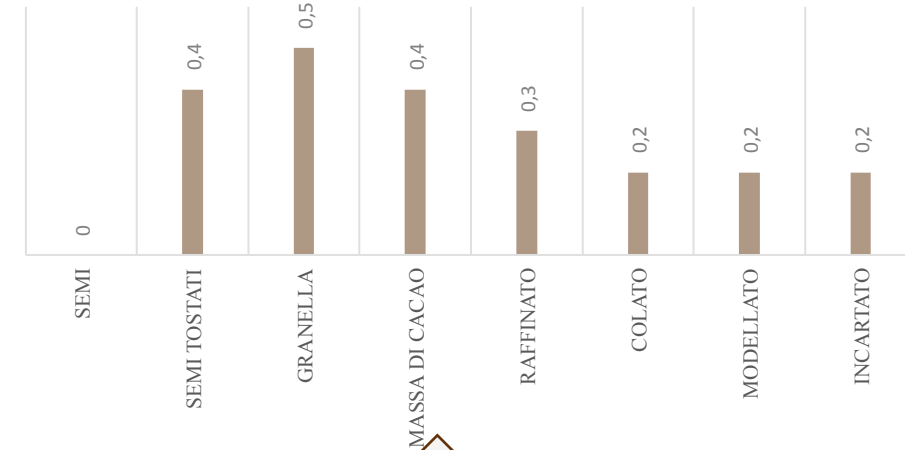
Andamento delle pirazine

% TMP

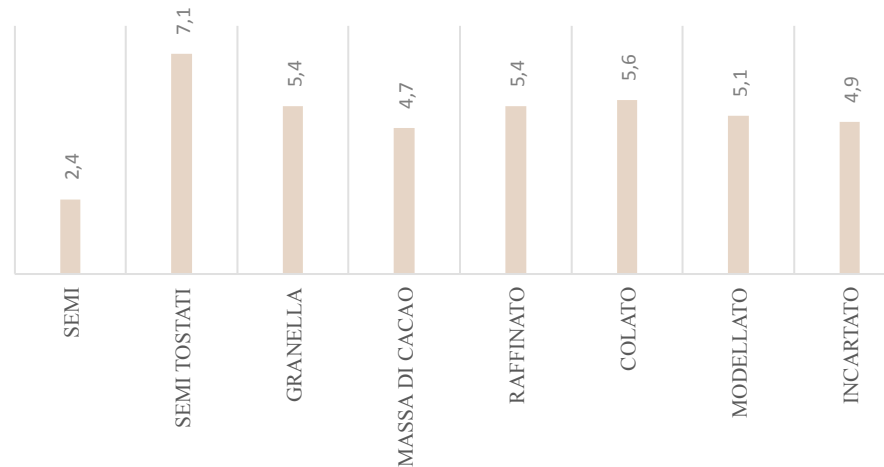


TrMP valori più elevati
nelle fasi in cui ho T più
alta: condizioni di
tostatura ottimale

% DMP



% TrMP



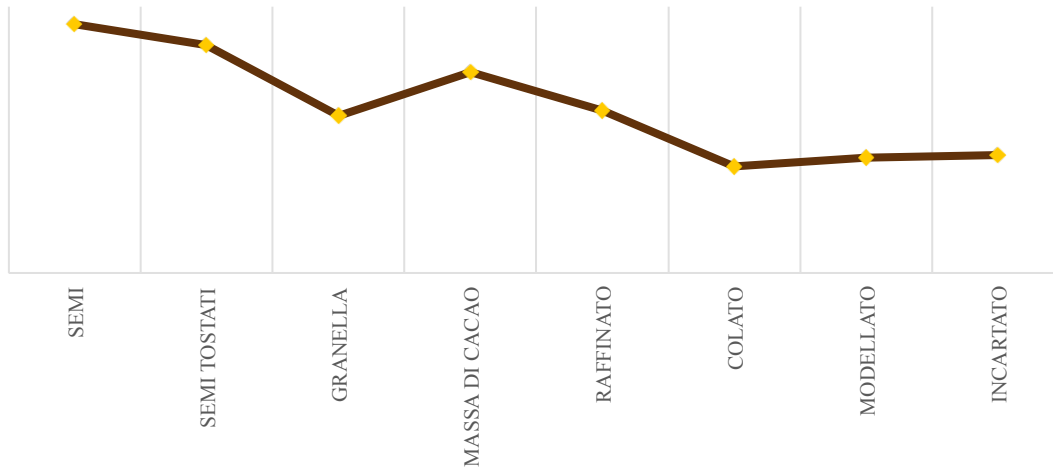
TMP valori elevati:
condizioni di **tostatura
intermedia
(ottimale)**

DMP valori bassi:
condizioni di
**tostatura ottimale
(no over-roasting)**

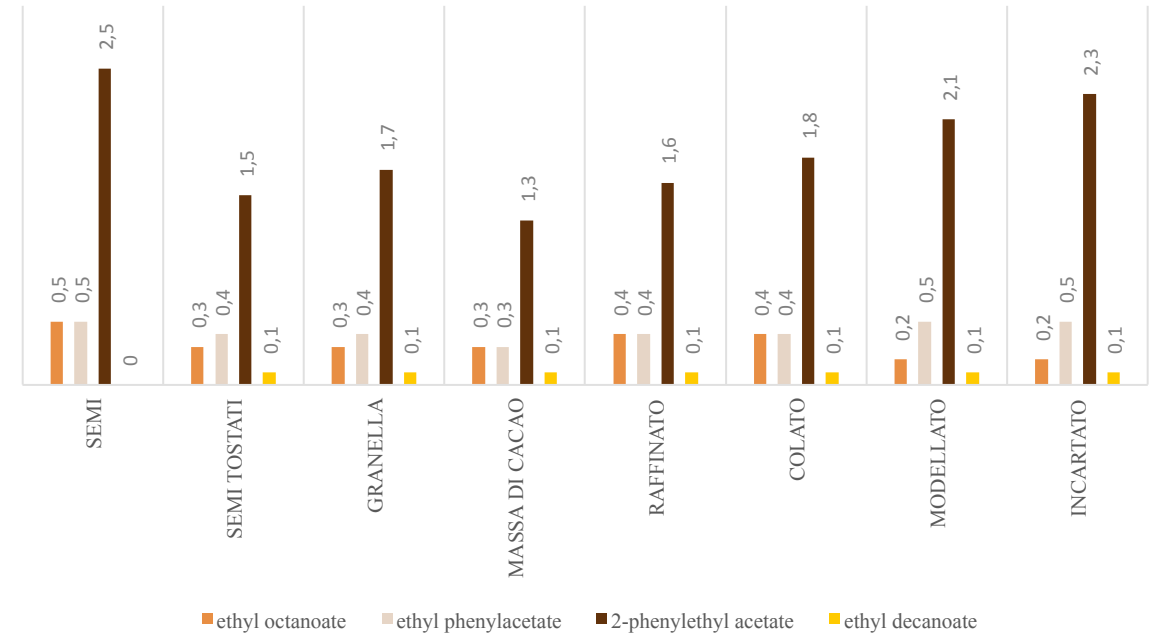


Esteri

ESTERI TOTALI



% ESTERI VOLATILI



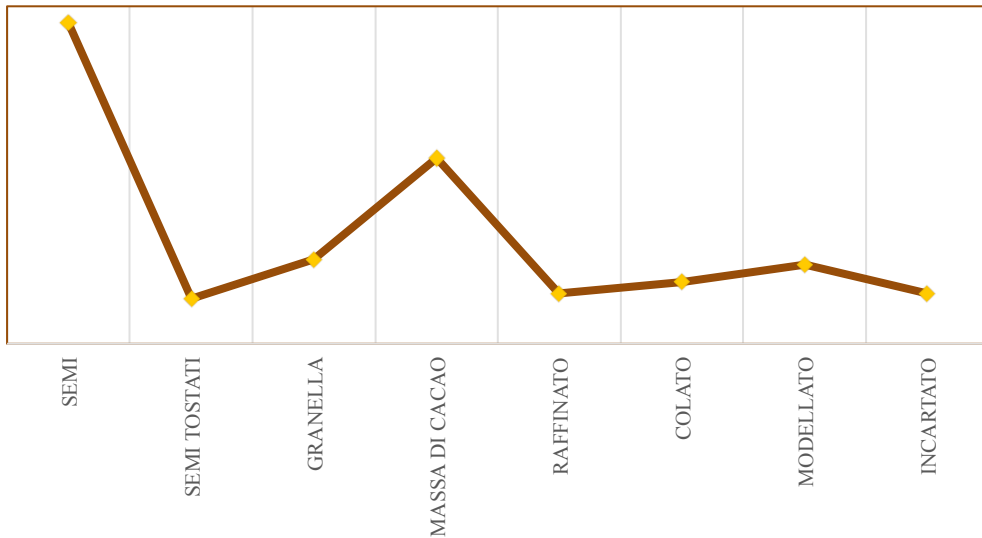
Esteri responsabili delle **note aromatiche fruttate e floreali**; sono attributi aromatici positivi per il cioccolato; andamento piuttosto stabile lungo tutta la filiera.

- **Ethyl octanoate** aroma di **ananas**
- **Ethyl phenylacetate** aroma di **miele**
- **2-phenylethyl acetate** aroma di **rosa e miele**
- **Ethyl decanoate** aroma di **pera e uva**

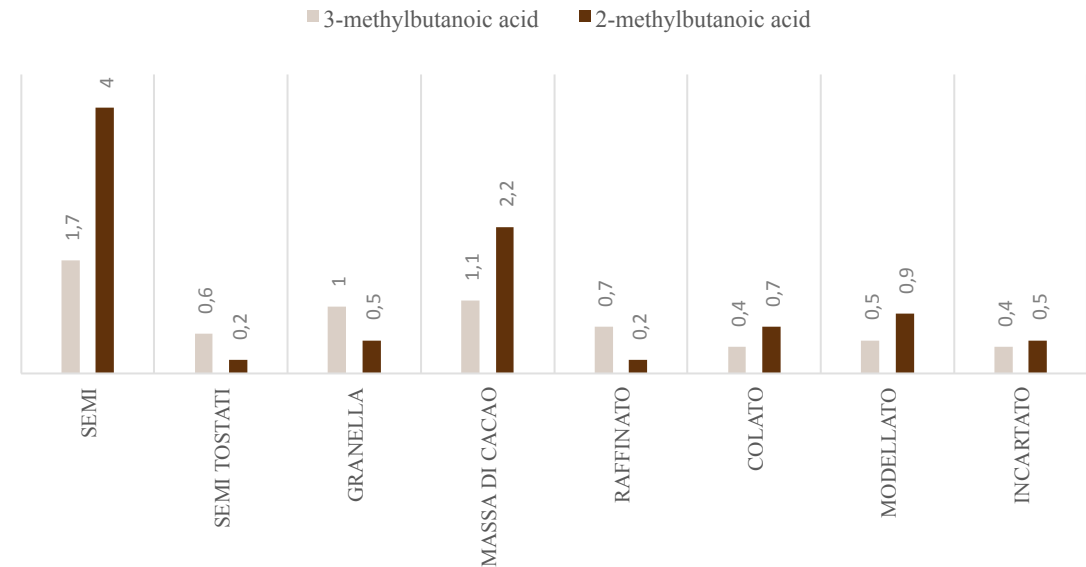


Acidi volatili

ACIDI TOTALI



% ACIDI



Acidi nota aromatica negativa (rancido), prodotto principalmente durante la fermentazione.

- Prima evaporazione: **Essiccazione**
- Seconda evaporazione: **Tostatura**
- Terza evaporazione: **Triturazione***

*Tostatura: indurimento gusci poi rimossi nella triturazione e nuovo riscaldamento nella formazione della massa di cacao consentono ulteriore evaporazione degli acidi.



Conclusioni

L'emissione dei composti volatili permette di valutare l'evoluzione del profilo aromatico ottimale lungo tutta la filiera produttiva:

- **Pyrazines ratio** andamento **ottimale** (alta TMP, bassa DMP, TrMP sale solo in fasi di aumento T), T di essiccazione e di tostatura **intermedie** (prodotto aromaticamente più gradevole).
- **Esteri** presenti in percentuale piuttosto **stabile** lungo tutta la filiera; note aromatiche positive **fruttate e floreali**.
- **Acidi volatili** evaporano durante essiccazione, tostatura e triturazione, che quindi **non** sono a **T troppo elevata** (no indurimento gusci senza volatilizzazione); prodotto finale **gradevole e non acido**.



Grazie per l'attenzione!

Non sarebbe meraviglioso, Charlie, aprire una tavoletta di cioccolato e trovarci dentro un biglietto d'oro?
Nonno Joe in Roald Dahl, *La fabbrica di cioccolato*

Non c'è così tanta metafisica sulla terra come in un cioccolatino.

Fernando Pessoa

Tutto ciò di cui ho bisogno è amore. Ma un po' di cioccolato, ogni tanto, non fa male.
Lucy Van Pelt in Charles M. Schulz, *Peanuts*



Quello che vedi davanti a te, amico mio, è il risultato di una vita di cioccolato.

Katharine Hepburn