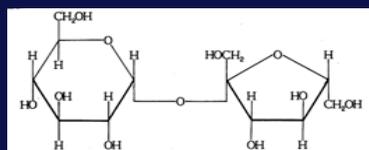


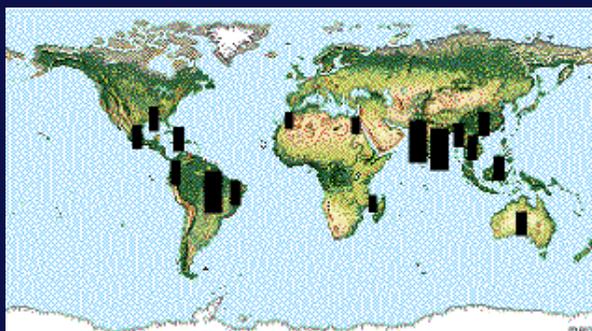
Saccarifere nel mondo

SACCAROSIO



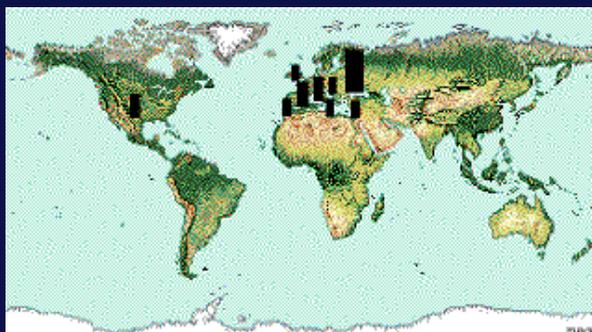
D-glucosio + D-fruttosio

CANNA

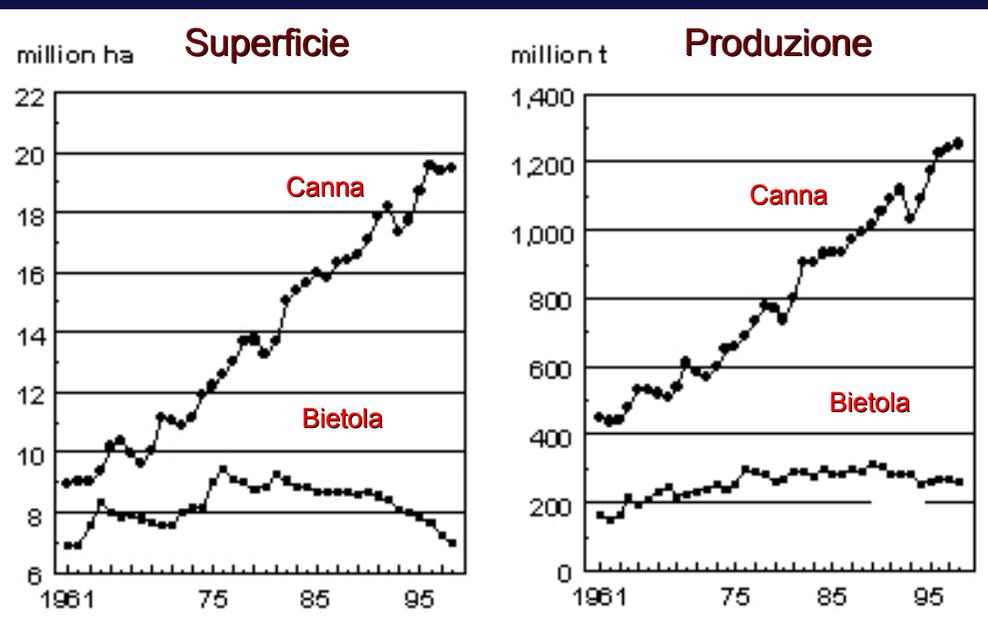


Coltura praticata già nel III sec. a.C.

BARBABIETOLA



Prime coltivazioni ad inizio '800,
diffusa in Europa da Napoleone

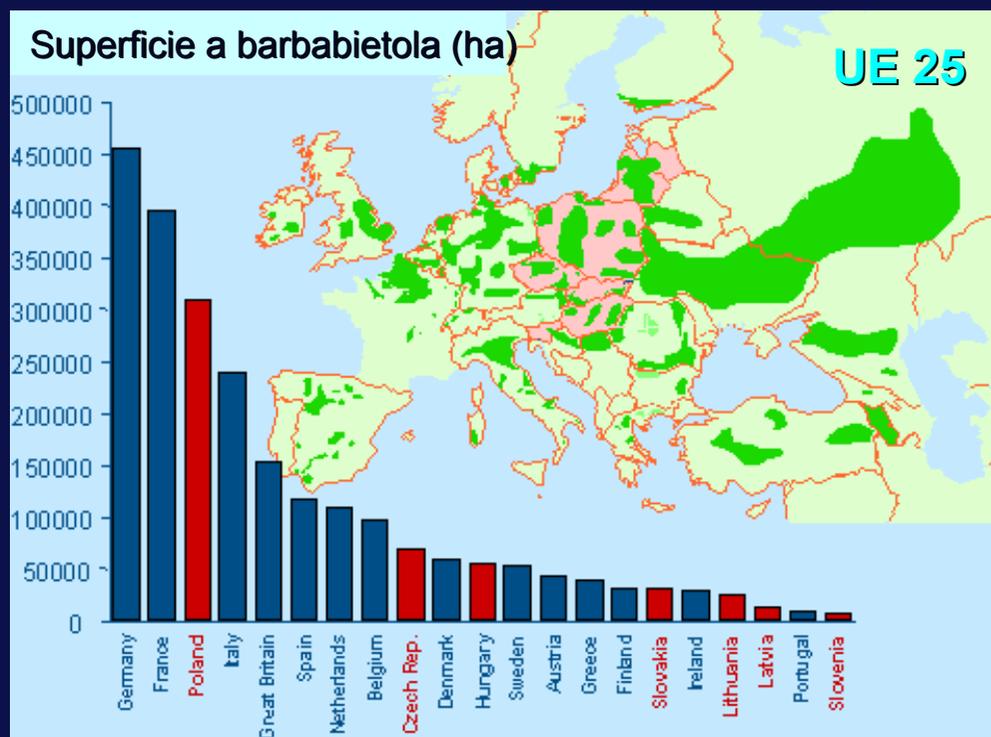


Zucchero prodotto 138,6 milioni t
Scambi commerciali 37,4 milioni t

IMPORT	% Tot	EXPORT	% Tot
Russia	12	Brasile	33
Indonesia	4	Tailandia	14
Giappone	4	Australia	10
USA	4	UE 15	9

Stock finali 27,1 milioni t

Barbabetola in UE e Italia



Italia

Superficie coltivata 205 mila ha
Produzione di radici 7,14 milioni t
Produzione saccarosio 1,13 milioni t

Associazione
Nazionale
Bieticoltori
2003



	% Sup	% Prod	Radici t/ha
Emilia Rom.	29	32	51,1
Veneto	15	19	57,5
Marche	15	10	30,2
Lombardia	10	13	58,7

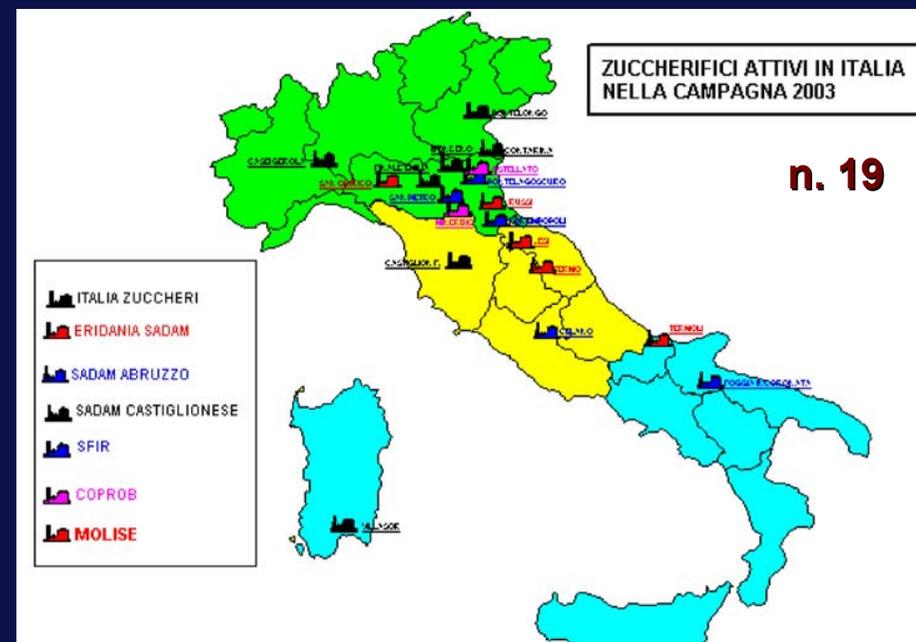
Assegnazione
UE all'Italia nel 2003

Quota A

1.320.000 t di zucchero

Quota B

248.000 t di zucchero



Classificazione

Famiglia *Chenopodiaceae*

Beta vulgaris L. **subsp. vulgaris** L.

Tipologie coltivate (tutte interfertili fra loro)

Bietola da zucchero	Radici zuccherine	(a)
Bietola da foraggio	Radici grosse e pesanti	(b)
Bietola da orto	Radici rosse o gialle	(c)
Bietola da costa	Foglie costolute	(d)

Beta vulgaris
subsp. maritima
(L.) Arcang.

Forma originaria
interfertile con
Beta vulgaris



a



***B.v.* var. *altissima* Döll**

b



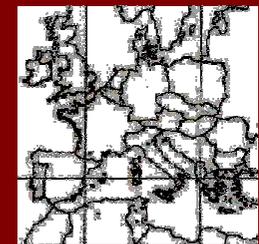
***B.v.* var. *crassa* (Alef.) Wittm.**

c



***B.v.* var. *conditiva* Alef.**

d



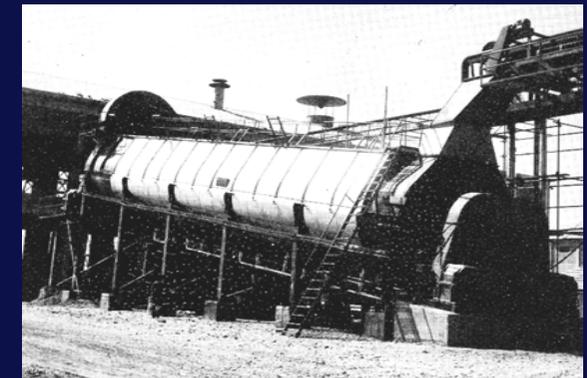
B. v. maritima
Areale

Estrazione dello zucchero

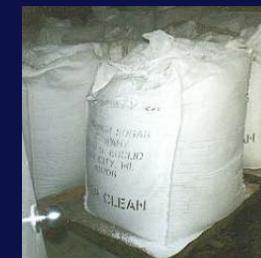
RADICI DI BARBABIETOLA (1.000 kg)

- Scarico meccanico (pesatura + campionatura)
 - ↳ Terra e residui vegetali
- Lavaggio e taglio in “fettucce”
- Estrazione del sugo greggio in diffusori ad acqua calda
 - ↳ Polpe esauste
- Depurazione del sugo greggio
(Latte di calce + carbonicizzazione + filtrazione)
 - ↳ Calce e melma di defecazione
- Evaporazione e cottura del sugo greggio
 - ↳ Acqua di condensa
- Centrifugazione del saccarosio e cristallizzazione
 - ↳ Melasso

Bietole
allo
zucche-
rificio



Diffusore in continuo a tamburo



Zucchero raffinato
sfuso



Zucchero raffinato
in zollette

ZUCCHERO RAFFINATO (~ 135 kg)

Sottoprodotti

Foglie + colletti

30-40 t/ha di materiale molto acquoso

→ Rimangono sul campo, interrati senza trinciatura

Melasso

Liquido (20-22% sost. secca), ricco di zuccheri (46-48% s.s.)

→ Alimentazione zootecnica o industria

Polpe esauste

Materiale energetico (~ 900 UF/t sostanza secca), ricco di sali minerali (K, Na)

→ Alimentazione zootecnica

Fresche 90-95% H₂O → Consumo diretto

Suppresse ottenute con pressione
65-70% H₂O → Insilamento

Secche essiccate con calore
10-15% H₂O ± pellettate
→ Mangimi secchi



Morfologia



Radice fittonante

carnosa, profonda, in cui si accumula saccarosio quale nutriente per la crescita dello scapo florale nella primavera successiva all'emergenza



Rosetta

con 30-45 foglie, capaci di intensa fotosintesi



Glomerulo

Infruttescenza con 3-4 frutti, saldati in involucro legnoso, ciascuno con un seme



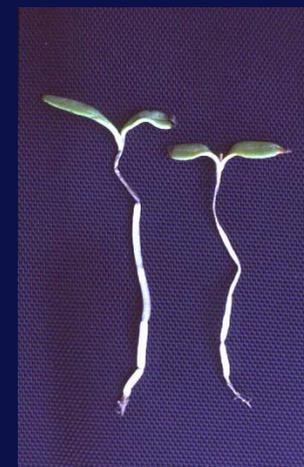
Esigenze termiche

X Germinazione

T min 3-4°C; Semina con T almeno > 7°C

X Crescita

- Max sensibilità al gelo a 2-3 foglie (morte a $T < -3^{\circ}\text{C}$)
- Optimum ~ 20°C, arresto a $T > 35^{\circ}\text{C}$
- Traslocazione saccarosio favorita da T notturna < T diurna



Danni
da gelo
al colletto
delle
plantule

X Vernalizzazione

T ~ + 3-4°C a 4-6 foglie; ma notevole differenza varietale
Problema della **prefioritura** con primavere fredde →

X Emissione scapo fiorale

T ~12°C, solo dopo aver subito la vernalizzazione
→ di norma nella primavera seguente l'emergenza



Esigenze luminose

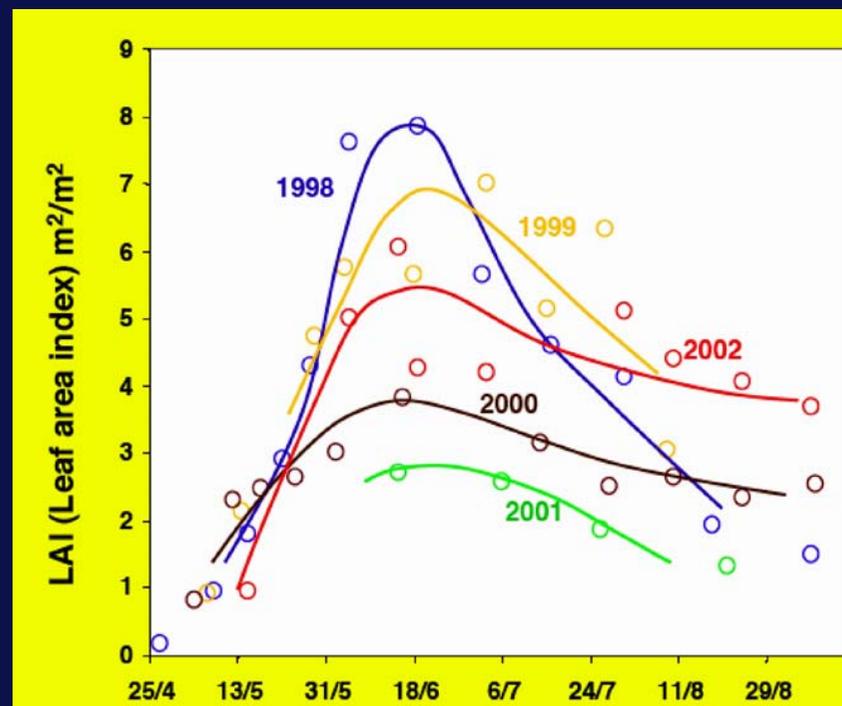
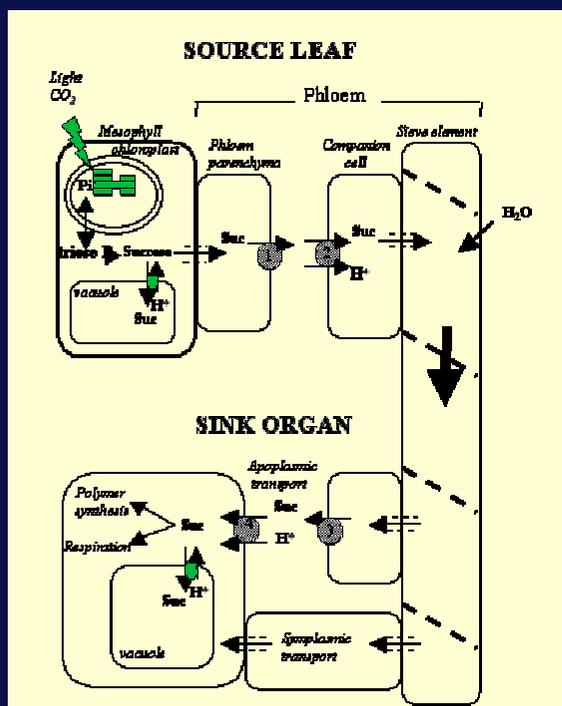
Pianta C_3 → Elevata richiesta di luce, ma non intensa
(OK nel Nord Europa, Problema in Italia)

LAI (Leaf Area Index)

Importante x fotosintesi =
Sintesi zucchero nelle foglie (source)
da traslocare nelle radici (sink)



LAI ottimale ~ 6-7 m² sup. foglie / m² sup. terreno
x elevata resa → Max LAI con Max durata del dì
In Italia da raggiungere quanto prima
(~ fine Giugno)



Esigenze idriche

Pianta C_3 →

Alto coefficiente ET

350-450 kg H_2O / kg sost. secca

ma radici profonde + semina precoce

→ Irrigazione in Italia

Non eseguita → Nord (semina primaverile)

Di soccorso → Centro (semina prim. o aut.)

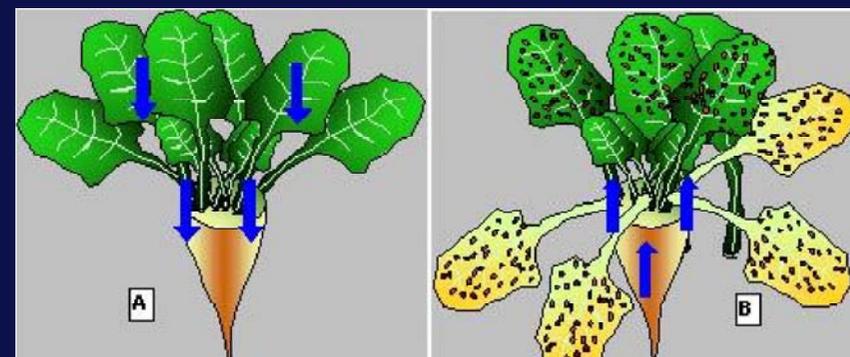
Necessaria → Sud (semina autunnale)

Nelle ultime fasi di crescita troppa acqua
è nociva perché favorisce la

Retrogradazione

Calo dello zucchero nella radice
causato dalla ricrescita delle foglie
(in particolare dopo stress idrici
o attacchi di cercospora)

Stadi fenologici	Profondità radici (cm)	Kc Coeff. Idrico
Emergenza - 4 ^a foglia	25	0,40
4 ^a foglia - 16 ^a foglia	40	0,50
16 ^a foglia - 100% copertura	55	0,95
100% copertura - Raccolta	70	1,10



Esigenze pedologiche

OK → Terreni sciolti e ben strutturati, anche in profondità
ma in Italia 80% della bieticoltura su terreni argillosi

- Importanti accurate e profonde lavorazioni
- Sconsigliati minimum tillage e semina diretta



NO → Crosta superficiale x lenta emergenza della
plantula delicata

- Evitare energiche fresature su terreni limosi
- Problemi con piogge battenti all'emergenza
- Attenzione alla rullatura dopo la semina



Tolleranza → Salinità e alcalinità
OK in ambienti costieri italiani

Sensibilità → Terreni acidi
Problemi nel Nord Europa

Sensibilità → Terreni con *Rizomania* e *Nematodi*
Problemi nelle aree tradizionali



Avvicendamento

Ciclo primaverile-estivo

Con semina e raccolta più precoci del mais

Coltura miglioratrice

Stato fisico del terreno

→ Radici profonde, lavorazioni intense; letamazioni

Stato chimico del terreno

→ Laute concimazioni; molti residui colturali

Stato biologico del terreno

→ Diserbi efficaci contro le infestanti *Graminacee*

OK dopo

Frumento → Aratura estiva con terreno in tempera

OK prima

Mais → Campo liberato precocemente

es. Rotazione ottennale, nel Bolognese

mais, prato, prato, prato, mais, grano, bietola, grano

es. Rotazione quadriennale, nel Centro Italia

girasole, grano, bietola, grano



Rizomania



Nematodi

NO monosuccessione neanche rotazioni troppo “strette”

(almeno 3-4 anni tra una bietola e l'altra) se no → rizomania, nematodi, ...

Lavorazioni del terreno

Germinazione lenta, emergenza difficile (plantula delicata), radici profonde ma non perforanti

Lavorazioni tradizionali

Aratura profonda (>50 cm)

meglio estiva (es. dopo frumento)

- + Discatura ± Estirpatura invernali
- + Ercpicatura primaverile, presemina



OK nei terreni argillosi italiani
x riserva idrica
x strutturazione in profondità

MA costi elevati + aleatorietà
→ erpicatura primaverile dannosa
in ambienti piovosi

Tendenze attuali

Lavorazione principale meno "intensa"

- Lav. a 2 strati (aratro 20 cm + scarificatore 60 cm)
- Ripuntatura (50-60 cm), senza "rivoltamento fetta"

Preparazione anticipata del letto di semina

1. Pieno inverno → 1-2 erpicature (a 15-20 cm)
2. Inizio primavera → Diserbo totale su terreno indisturbato, soffice e ben strutturato

OK x ridurre i costi e seminare precocemente



Concimazione

Concimazione organica

OK letame o compost, interrati con l'aratura (20-30 t/ha)
→ Humus stabile + Strutturazione terreno

NO liquame e fanghi liquidi →
Accumulo di N α -amminico, Na e K nella radice,
nocivi all'estrazione dello zucchero



Compost

Concimazione minerale

Dosi "normali" in Italia

100-140 kg/ha N

Bb primaverili → Alla sarchiatura - Bb autunnali → 2-3 frazioni in copertura

80-120 kg/ha P₂O₅

Interrato con l'erpatura presemina (2/3) + Localizzato alla semina (1/3)

100-200 kg/ha K₂O

Solo se manca, tipicamente nel Nord Europa, fornito pre - erpatura

Elementi nutritivi

**Nutrienti
x la barbabietola
da zucchero**

x 55 t/ha di radici + 42 t/ha di foglie e collietti			
kg/ha	Fabbisogno	Asportazione	Residuo
N	215	105	110
P₂O₅	97	42	55
K₂O	318	180	138

- N** ➔ Favorisce un rapido aumento del LAI, ma problemi di eccesso
 - Crescita foglie a scapito della radice
 - Accumulo nella polpa di N α -amminico
- P** ➔ Poco richiesto, assorbito precocemente, nessun rischio di eccesso
- K** ➔ Bassa C.S.C. della bietola
 - Elevata richiesta, ma rara K carenza nei terreni argillosi italiani

Marche commerciali

Marche x tipologia di produzione

- Tipo a **Peso**
radice pesante, poco zucchero = **E**
- Tipo a **Zucchero**
radice piccola, molto zucchero = **Z**
- Tipo **Normale**
peso radice e contenuto zucchero = **N**
- Tipi **Intermedi** = **EE, E, NE, N, NZ, Z, ZZ**

Marche x richiesta di vernalizzazione

- **Alta richiesta** x semina autunnale = **AA**
- **Bassa richiesta** x semina normale = **A**

Marche x tolleranze

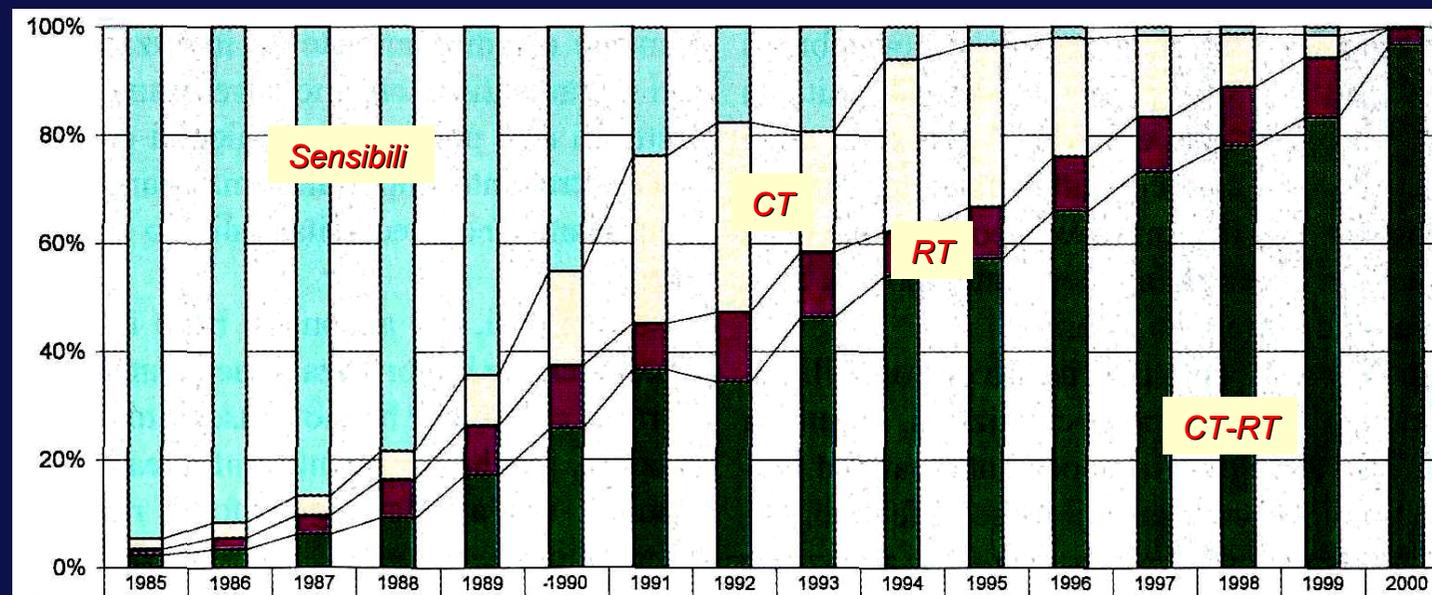
- Tolleranti a **Cercospora** = **CT**
- Tolleranti a **Rizomania** = **RT**
- Tolleranti a **Nematodi** = **NT**
- Tolleranti a **Glyphosate** (O.G.M.) = **RR**

Marche
commerciali
in Italia

Nel 2003

17,2 % Autunnali

82,8 % Primaverili



Tipologie di semente

Frutto (glomerulo)

Poligerme → Naturale con + semi **Poly**

Monogerme

Glomerulo con 1 solo seme,
adatto a seminatrice di precisione

Meccanico o tecnico

(~ 70% di monogermia) **Tecn**

Genetico

(> 90% di monogermia) **Mono**

Confettatura

Glomeruli resi sferici con materiale poroso

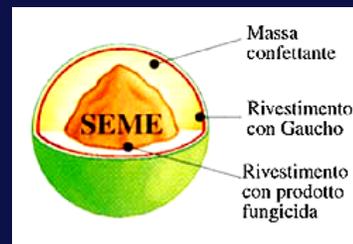
x seminatrice di precisione pneumatica

+ anticrittogamico

(concia)

± insetticida

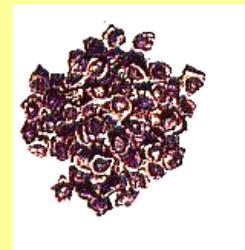
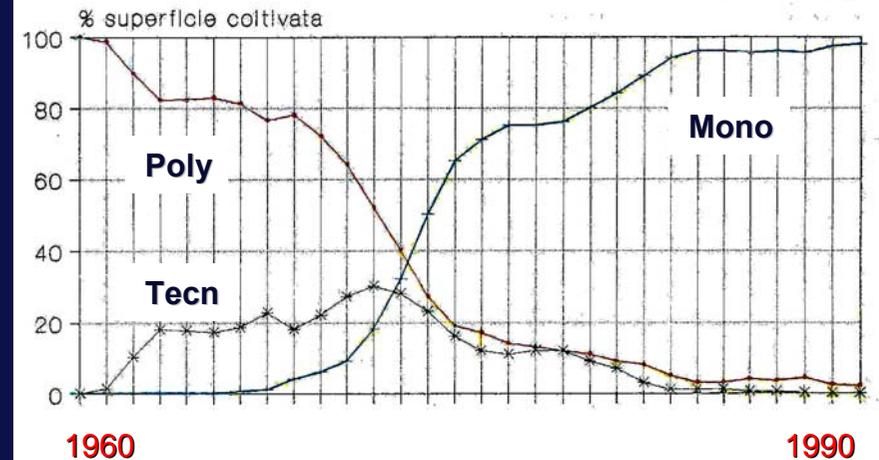
(es. Gaucho)



Confezioni

“Unità” = sacchi contenenti 100.000 semi

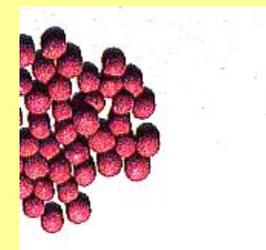
Semente di bietola in Italia



Poly



Mono



Confettato

Semina: modalità

Una volta, ma ancora oggi nei P.v.s.

“Seme” plurigerme → Seminatrice da grano
+ diradamento manuale precoce
(~ 80-100 h manodopera /ha)

Oggi, in Italia e in tutti i Paesi avanzati

“Seme” monogerme → Seminatrice di precisione
senza alcun diradamento

Densità di semina

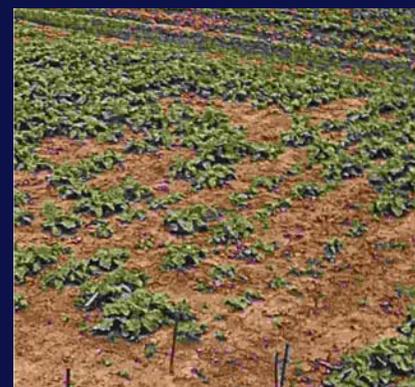
Optimum x resa → 10 p./m² alla raccolta
necessarie → 12 piante emerse/m²
col 30% fallanze → 16-18 semi/m²

Interfila 45 cm

Profondità 2-4 cm (x umidità e zollosità terreno)

Importanti x la resa

- **Uniformità d'investimento** (x LAI elevato)
- **Precocità d'emergenza** (x H₂O in colture asciutte)



Semina: epoca e varietà

Epoca → Temperatura aria almeno $> 7^{\circ}\text{C}$

Semine precoci → Ciclo + lungo, quindi + resa, ma rischio gelate

Semine tardive → Ciclo + breve e LAI insufficiente in estate, maggior fabbisogno di acqua

- Nord Italia (primavera fredda) ➔ Metà marzo
- Centro Italia (estate arida) ➔ Metà febbraio
- Sud Italia (piogge invernali) ➔ Ott. - Novembre

Scelta varietale

x T. argillosi, in asciutto (favorevoli al titolo) → **Tipi E precoci**

x Terreni freschi, fertili (favorevoli al peso) → **Tipi Z medi**

x Semine autunnali nel Centro-sud Italia → **Tipi "triennali" AA**



Danni da gelo al colletto



Sarchiatura e irrigazione

Sarchiatura

Eseguita a 3-4 foglie vere, non solo contro malerbe, ma anche:

- Nord Italia** x riscaldamento del terreno e rottura crosta
- Centro-sud** x migliore gestione idrica (→ chiusura crepacciature)



Irrigazione

Nel Mondo è irrigato ~ il 20% del totale superficie a bietola
In Italia è irrigato ~ il 6% al Nord, il 35% al Centro, il 94% al Sud

In Italia

Volumi stagionali bassi ~ 300-500 mm

Maggior fabbisogno idrico ☐☐ Maggio-Giugno

OK x aspersione; al Sud meglio a manichetta x risparmio H₂O

Sospendere l'irrigazione ~1 mese prima della raccolta
 x evitare retrogradazione della radice



Diserbo chimico

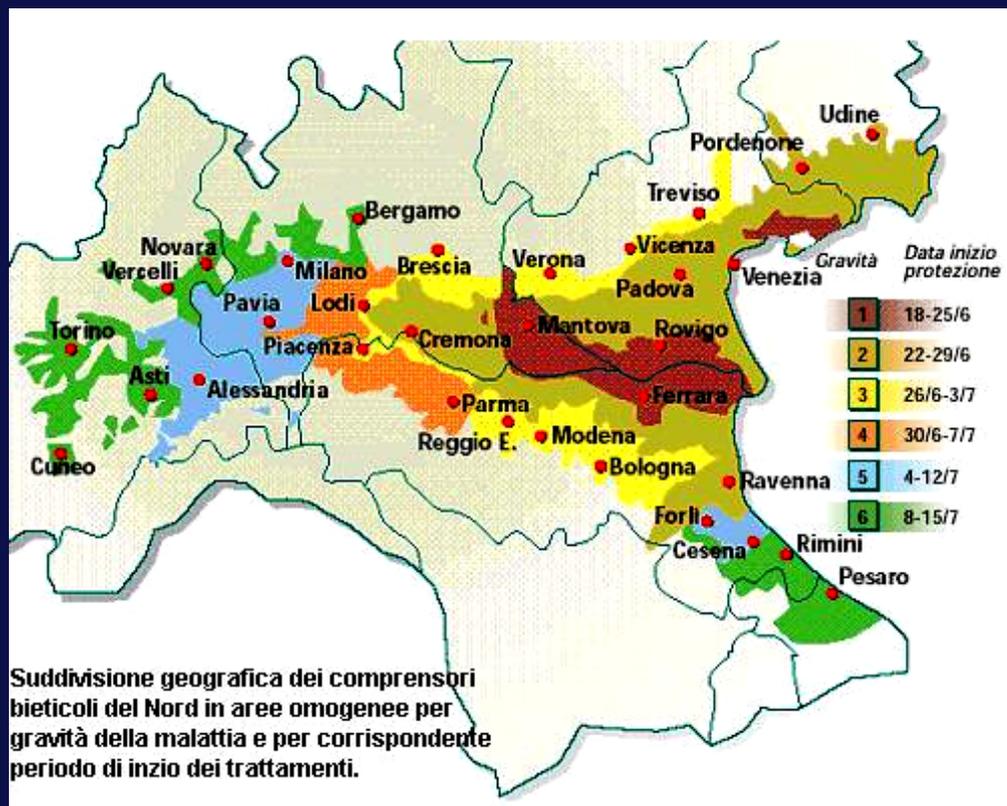
- Trattamenti presemina** solo x preparazione anticipata del letto di semina ⇒ erbicidi totali per contatto → **diquat + paraquat** Seccatutto + rapido ma - efficace
 sistemico → **glyphosate** Roundup + efficace ma + lento, da distribuire 10 d prima della semina
- Trattamenti premergenza** con miscele di prodotti antigerminello, ad ampio spettro d'azione
metamitron Goltix, **chloridazon** Piramin, **lenacil** Venzar
- Trattamenti postemergenza** oggi D.M.R. (Dosi Molto Ridotte) = 2-3 interventi a 3-4 foglie con microdosi di miscele di prodotti mirati (+ olio bianco)
- phenmediphan** Betanal, **metamitron** Goltix, **chloridazon** Piramin, **lenacil** Venzar, **trisulfuron metil** Safari → **Dicotiledoni**
- FOP:** **alossifop-etossietile** Gallant, **fluazifop butyl** Fusilade, **propaquizafop** Agil, **quizalofop etil** Targa, **fexoxaprop etil** Whip → **Graminaceae**
- DIM:** **cletodim** Select, **cycloxydim** Stratos, **setossidim** Gracidim → **Graminaceae**
- clorpyralid** Cirtoxin → **Perenni (es. Cirsium)**
- propyzamide** Kerb → **Cuscuta**



Trattamenti anticercosporici

Trattamenti estivi → **Cercospora beticola**

3-4 interventi a 15-20 giorni di distanza
con p.a. a base di stagno, di contatto o sistemici
(attenzione alla data d'inizio, alla persistenza
d'azione e al tempo di carenza dei prodotti)



Nelle aree
+ a rischio
utilizzare
solo cv.
tolleranti

Importante bagnare bene
le foglie su entrambe le pagine
→ OK barre con irrorazione
assistita da corrente d'aria



Epoca di raccolta

Maturazione economica = Massima quantità di saccarosio estraibile / ha

$$t \text{ saccarosio / ha} = t \text{ radici / ha} \times \% \text{ di saccarosio nella radice}$$

Anticipo raccolta → Basso peso delle radici (pianta ancora fotosintetizzante)

Ritardo raccolta → Basso contenuto zuccherino + probabilità di piogge al Nord

Apertura stagione lavorativa degli zuccherifici

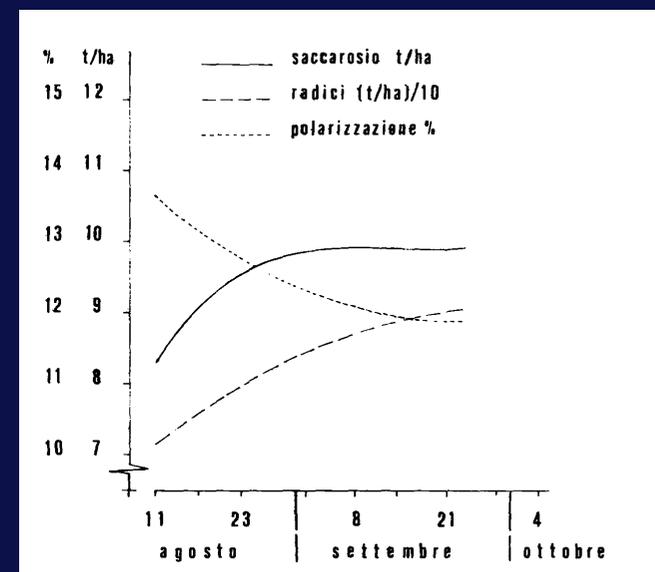
Nord Italia ~ Metà agosto

Centro-Sud Italia ~ Metà luglio

Durata stagione lavorativa degli zuccherifici

Italia 50-60 d (Estate - autunno)

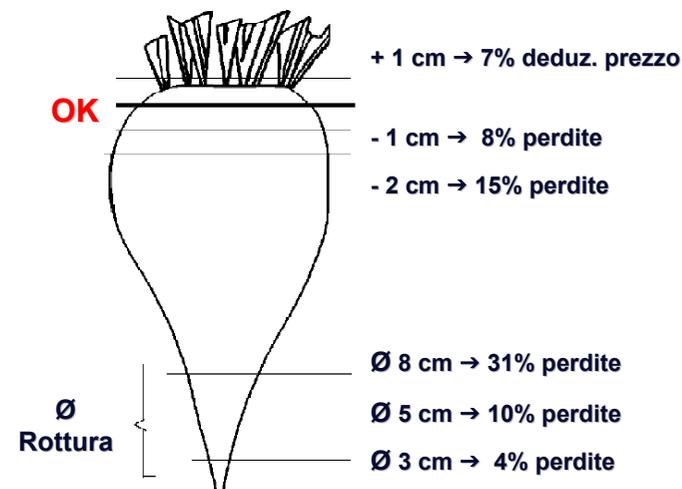
Nord Europa 90-110 d (Aut. - primavera)



Fasi di raccolta

1. Scollettamento e asportazione del "verde"
2. Estirpamento radici
3. Caricamento radici e trasporto

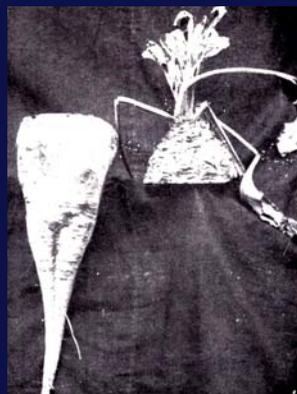
Conseguenze sulla resa di scollettamenti e tagli errati



1



2



3



Raccolta meccanica

Raccolta a cantieri separati

2-3 macchine diverse; 5-6 file/passaggio

→ OK x ampi campi, es. nel Ferrarese o nel Nord Europa

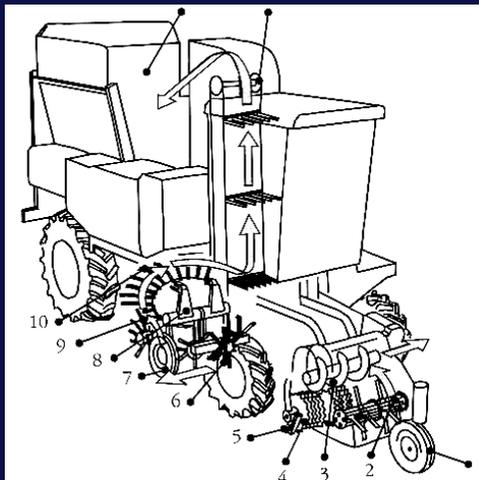


Raccolta a cantieri riuniti

1 sola macchina per le tre operazioni; 1-2 file/passaggio

→ OK x piccoli campi nelle collina del Centro Italia

(ma oggi anche singole macchine da 6 file)



Accumulo e trasporto

Cumuli alla testata dei campi in attesa del carico
poco diffusi in Italia, frequenti nel Nord Europa

→ Elevate perdite x respirazione col caldo estivo



Carico e trasporto delle radici allo zuccherificio

oggi prevalentemente con camion, una volta anche con treno e barca

Terra in arrivo allo zuccherificio, attaccata alle radici = **Tara terra**

- Costosa da smaltire (discarica o riciclo sui campi, ma attenzione a rizomania)
- Riducibile per via genetica e meccanica (ruote sterratrici + griglie oscillanti sulle cavabietole)

Con oltre il 20% di tara terra il prodotto viene respinto



Rese

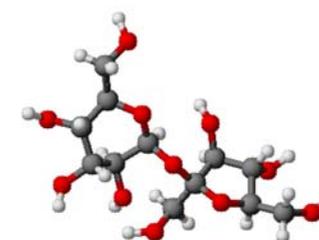
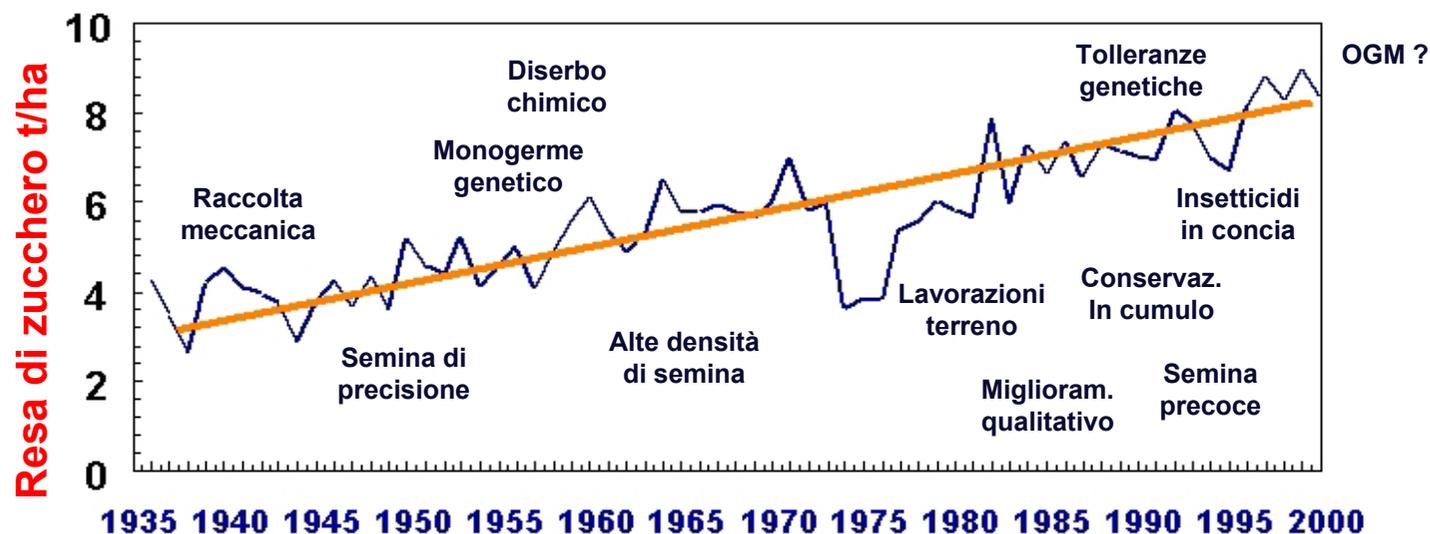
Medie italiane

Resa di radici = 45-55 t/ha (fino a 120 t/ha nel Nord Europa)

Titolo zuccherino = 16-17%

Resa saccarosio = 7-8 t/ha (~ 12-14 t/ha nel Nord Europa)

Andamento delle rese di barbabietola in Gran Bretagna



Saccarosio

Contenuto zuccherino

Contenuto di saccarosio nella barbabietola

Determinato con il **Polarimetro**

Strumento ottico che misura l'angolo di rotazione della luce che attraversa una soluzione di sostanza dotata di potere rotatorio, come il saccarosio in acqua (destrogiro)

Conoscendo il potere rotatorio specifico (° di rotazione per ogni g/ml di concentrazione) dal grado saccarometrico della soluzione

Polarizzazione °S

si deriva il contenuto di saccarosio nella bietola

Titolo zuccherino %

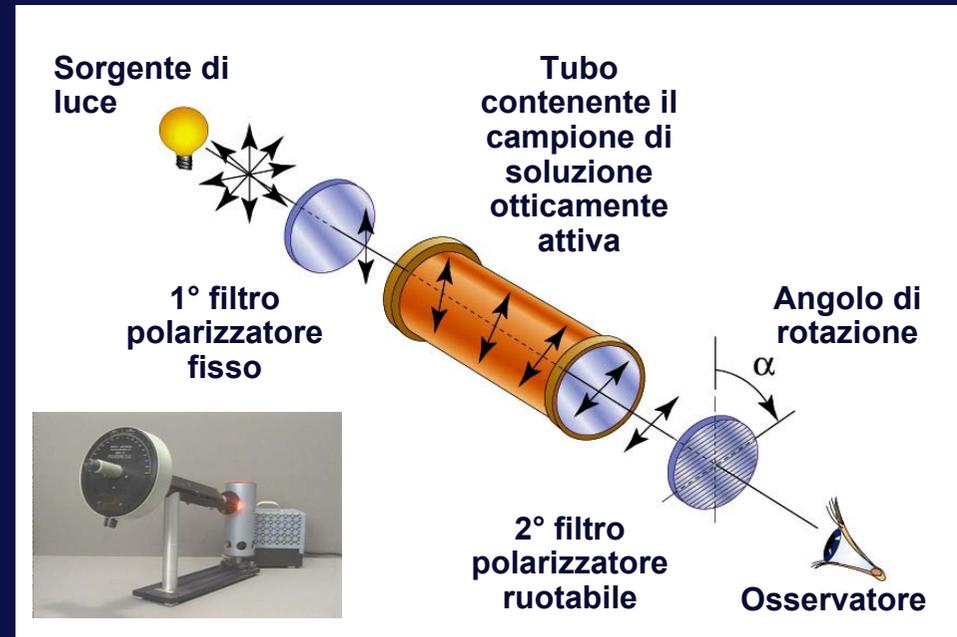
x una misura + rapida si può usare il **Rifrattometro**

Strumento ottico che determina l'angolo di rifrazione della luce che entra in una soluzione acquosa, variabile in funzione della sua densità

Il grado **rifrattometrico °Brix %** è la concentrazione nella bietola di tutte le sostanze solubili (anche zuccheri riducenti, ioni vari, ecc.)

Il rapporto °S / °Brix% rappresenta una misura della purezza dello zucchero della barbabietola

Potere rotatorio specifico del saccarosio a 20°C = + 66,5°



Qualità del prodotto

Composizione media della radice di barbabietola

75-78 % **Acqua**

21-24 % **Estrattivi inazotati**

80% saccarosio

20% zuccheri riducenti

0,3 % **Sostanze azotate**

Frazione proteica

Frazione solubile

0,5 % **Ceneri**

Na, K, Ca

0,1 % **Grassi**

Sostanze che riducono l'estraibilità del saccarosio

Fattori melassigeni



- **Ceneri (Na, K)** 2-4 meq/100 g di polpa
→ Stagioni piovose, Rizomania (Nord Italia)
- **N α -amminico** 2-3 meq/100 g di polpa
→ Concime N, Siccità, *Cercospora* (Centro-Sud Italia)
- **Zuccheri riducenti** 3-4 % del peso della polpa
Glucosio, fruttosio, galattosio, ribosio, maltosio, arabinosio, ...