



# IL BIOETANOLO

**Nuove opportunità produttive dal  
comparto agricolo**

Roberto Jodice

C.E.T.A.

Centro di Ecologia Teorica ed Applicata – Gorizia

# LA PRODUZIONE EUROPEA DI BIOETANOLO (in tonnellate) NEGLI ANNI 2004, 2005, 2006

Paese	2006	2005	2004
GERMANIA	340.921	130.515	19.775
SPAGNA	317.982	239.673	200.914
FRANCIA	197.750	113.904	79.891
SVEZIA	110.740	121.023	56.161
ITALIA	101.248	6.328	0
POLONIA	94.920	50.624	37.968
UNGHERIA	26.894	27.685	0
LITUANIA	14.238	6.328	0
PAESI BASSI	11.865	6.328	11.074
REP. CECA	11.865	0	0
LATVIA	9.492	9.492	9.492
FINLANDIA	0	10.283	2.373
<b>TOTALE</b>	<b>1.237.915</b>	<b>722.183</b>	<b>417.648</b>

el 2006 la produzione di bioetanolo nell'UE ha raggiunto 1.237.915 tonnellate, un aumento del 71% rispetto al 2005.

Le principali materie prime attualmente utilizzate sono la barbabietola da zucchero ed i cereali.

# LA PRODUZIONE DI BIOETANOLO NEL 2005

## (in dettaglio l'UE 25)

Dati in milioni di Hla (ettolitri anidri)			
Paese	Volume	% vs/mondo	% vs/EU
SPAGNA	3,03	0,90 %	33,19 %
GERMANIA	1,65	0,49 %	18,07 %
SVEZIA	1,53	0,46 %	16,76 %
FRANCIA	1,44	0,43 %	15,77 %
POLONIA	0,64	0,19 %	7,01 %
UNGHERIA	0,35	0,10 %	3,83 %
FINLANDIA	0,13	0,04 %	1,42 %
LETTONIA	0,12	0,04 %	1,31 %
LITUANIA	0,08	0,02 %	0,88 %
OLANDA	0,08	0,02 %	0,88 %
<b>ITALIA</b>	<b>0,08</b>	<b>0,02 %</b>	<b>0,88 %</b>
<b>TOTALE</b>	<b>9,13</b>	<b>2,72 %</b>	<b>100 %</b>

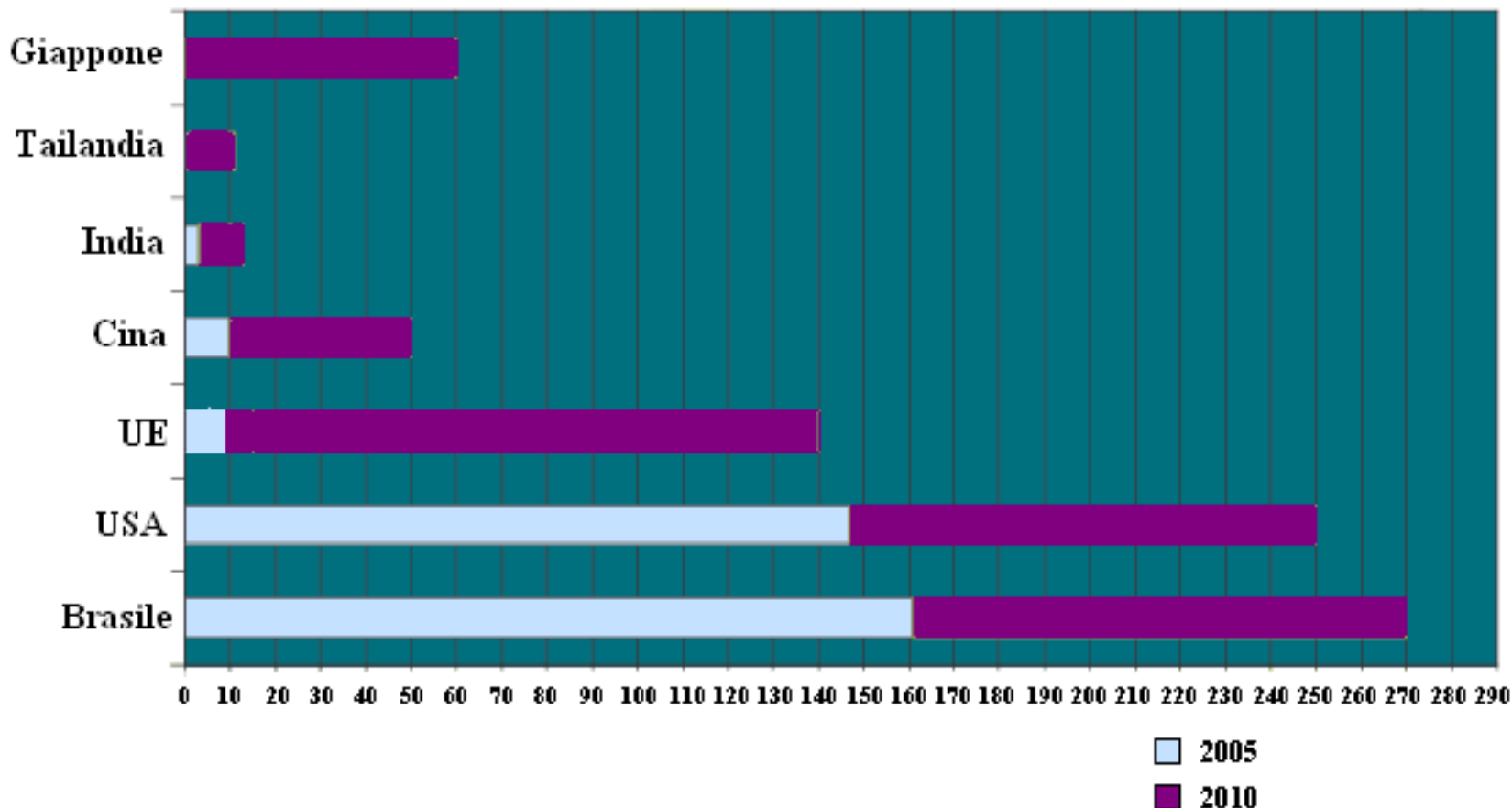
# IL CONSUMO DI BIOETANOLO NEL 2005 (in dettaglio l'UE 25)

Dati in milioni di Hla (ettolitri anidri)

Paese	Volume	% vs/mondo	% vs/EU
GERMANIA	3,00	200,00 %	32,75 %
SVEZIA	2,80	172,10 %	30,57 %
SPAGNA	2,50	83,33 %	27,30 %
FRANCIA	1,26	100,00 %	13,76 %
GRAN BRETAGNA	1,20	0,00 %	13,10 %
POLONIA	0,50	58,82 %	5,46 %
UNGHERIA	0,15	100,00 %	1,62 %
<b>ITALIA</b>	<b>0,10</b>	<b>100,00 %</b>	<b>1,09 %</b>
LITUANIA	0,08	100,00 %	0,87 %
REP. CECA	0,01	100,00 %	0,15 %
<b>TOTALE</b>	<b>11,60</b>	<b>126,67 %</b>	<b>126,67 %</b>

# IL CONSUMO NEL MONDO DAL 2005 AL 2010

volumi in milioni di hla (ettolitri anidri)



Fonte: Dr. Lindsay Jolly Senior Economist ISO, UK

Si prevede una forte crescita della produzione mondiale, la maggior parte è dovuta al grande aumento della produzione di alcol combustibile. Per l'anno 2012 è prevista una produzione totale di oltre 52 milioni di tonnellate, un aumento di circa 73% paragonato all'anno 2003.



# LA PRODUZIONE DI BIOETANOLO IN ITALIA

La produzione di bioetanolo al livello nazionale è ancora molto limitata.

**Nel 2005** in Italia il bioetanolo è stato prodotto principalmente dalla **distillazione dei sottoprodotti delle filiere per la produzione del vino (40.000 t)** (distillazioni obbligatorie ai sensi dell'art. 27 e di crisi ai sensi dell'art. 30 del Regolamento (CE) n. 1493/1999) e **dello zucchero (melasso) ed in parte dai cereali (56.000 t)**.

- La maggior parte è stata commercializzata fuori dal mercato italiano, **8.000 t sono state immesse nel mercato nazionale con l'agevolazione sull'accisa.**
- La capacità produttiva di bioetanolo attuale non può essere attualmente calcolata.
- La capacità produttiva di **ETBE** è di **350-300.000 t** (pari a 140-170.000 t di bioetanolo), presso l'impianto "Ecofuel" del Gruppo ENI.



- In Italia sono in corso di progettazione alcune iniziative industriali per l'avvio della produzione di bioetanolo.
- È ipotizzata la **conversione di alcuni zuccherifici dismessi**
- È stato depositato il progetto per la realizzazione di un impianto di bioetanolo presso il **sito industriale di Porto Marghera (Venezia)**.
- In Italia il bioetanolo sarà prodotto prevalentemente dalle materie prime **amidacee**.



# LO SCENARIO PER IL BIOETANOLO IN ITALIA

➤ Al 2010 si stima un **aumento del fabbisogno energetico del settore dei trasporti del 9 %** rispetto ai valori registrati nel 2004:

da 44,4 MTep nel 2004 a 48,4 MTep nel 2010.

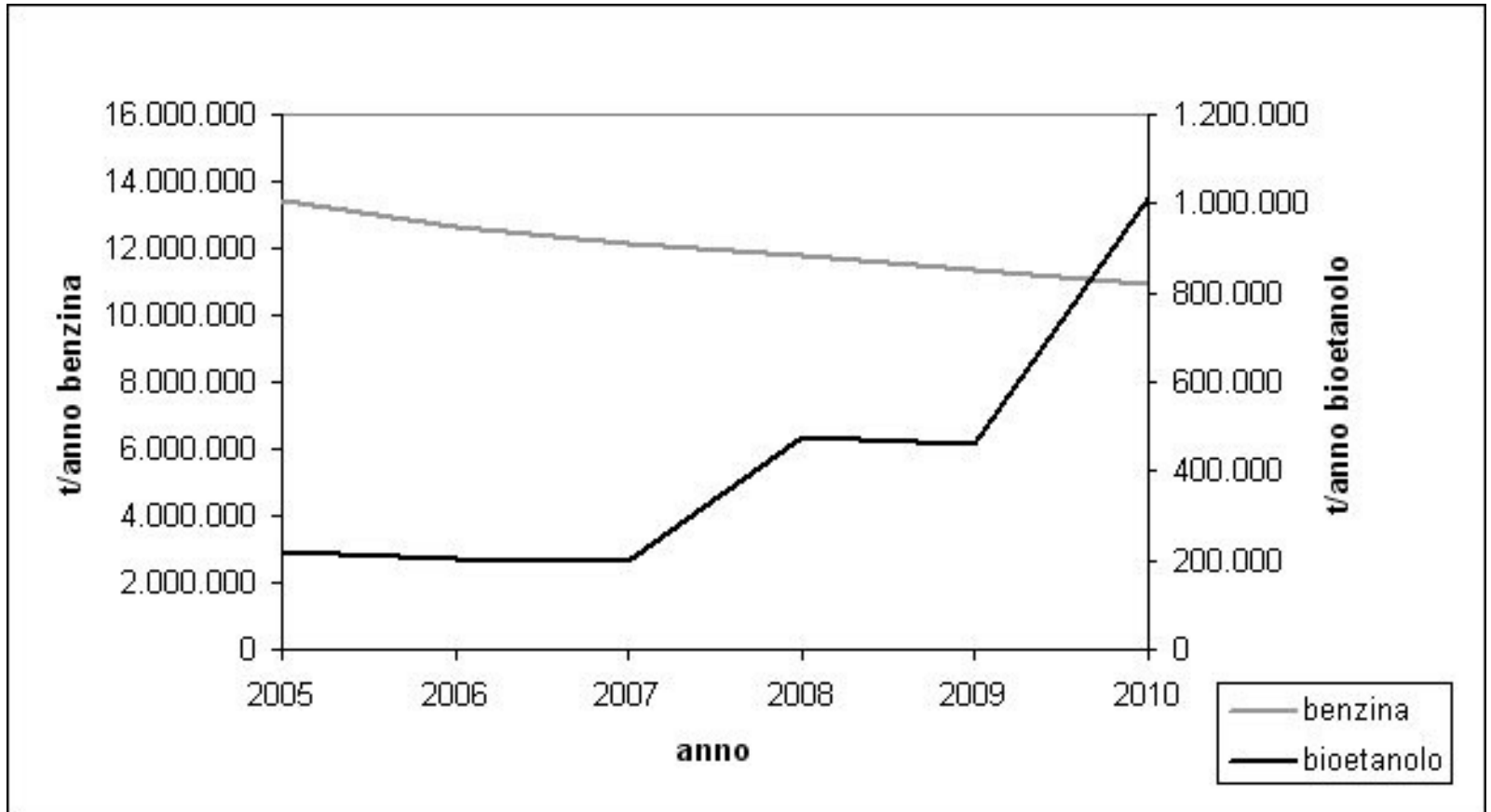
➤ L'incremento al 2020 è stimato del 31 % (58,2 MTep).

<b>Carburante</b>	<b>2005 [Mt]</b>	<b>2010 [Mt]</b>	<b>2015 [Mt]</b>	<b>2020 [Mt]</b>
<b>Benzina</b>	13,4	10,6	8,8	8,4
<b>Gasolio</b>	24,3	26,6	25,4	24,8

- In Italia **nel 2005** è stata raggiunta una quota complessiva di biocarburanti (biodiesel e bioetanolo) miscelati con carburanti fossili pari allo **0,505 %**, espresso sul tenore energetico, della benzina e del gasolio immessi sul mercato
- L'obiettivo della Direttiva 2003/30/CE per il 2005 era del **2 %**, espresso sul tenore energetico.
- Secondo la tendenza attuale dei consumi, **nel 2010** sarà necessario raggiungere un contributo dei biocarburanti di **2.230.000 Tep\***, pari a **1.800.000 tonnellate di biodiesel** e **1.020.000 tonnellate di bioetanolo**.

\* fonte: Unione Petrolifera "Previsioni di domanda energetica e petrolifera italiana 2006-2020"

***Gli scenari di consumo della benzina e del bioetanolo in Italia (t/anno)***



# LA PROBLEMATICHE DELLE MATERIE PRIME

Il bioetanolo può essere prodotto dalle materie prime:

- **saccarifere**: colture dedicate (barbabietola da zucchero, sorgo zuccherino, canna da zucchero) e residui agro-industriali (melasso, vinacce).
- **amidacee**: colture dedicate (mais, frumento tenero, frumento duro) e residui agro-industriali (lavorazione della patata).
- **ligno-cellulosiche**: colture dedicate (canna comune, panico, miscanto) e residui agro-forestali e FORSU.



# UNA NUOVA POSSIBILITÀ DI PRODUZIONE : LA FILIERA SORGO ZUCCHERINO – BIOETANOLO

- Il sorgo zuccherino è ben conosciuto .....
- Per molti decenni è stato considerato quale coltura importante per la produzione di zucchero
- É stato abbandonato a causa di una grave debolezza: lo zucchero estratto, a differenza del saccarosio della bietola e della canna, non cristallizza e pertanto pone insormontabili problemi per la sua conservazione



# IL SORGO ZUCCHERINO

## *Sorghum bicolor*

➤ Famiglia delle *Poacee*, di origine subtropicale (Africa orientale)

➤ Varietà:

da granella: ibridi diversi, piante basse (1–1,5m), accestimento limitato, granella nuda, assenza di tannini

da fibra: *Technicum*, pianta molto alta (2–5m)

da foraggio: *Sudan grass* (culmi esili con notevole accestimento) e *Saccharatum* (adatto all'insilamento)

da zucchero: *Saccharatum*, pianta molto alta (2–5m), midollo ricco di zuccheri semplici (saccarosio, glucosio, fruttosio)



# LE CARATTERISTICHE AGRONOMICHE

## ➤ Consumi idrici ridotti:

circa la metà rispetto a quelli del mais

sorgo 200 l /kg s.s

(300–350mm, 3.000–3.500 m<sup>3</sup>/ha, tra precipitazioni, riserva idrica del terreno ed eventuale irrigazione)

mais 400 l /kg s.s

## ➤ Esigenze nutrizionali modeste ed inferiori a quelle del mais

N 100–160 kg/ha

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 40–60 kg/ha

K<sub>2</sub>O al massimo 50 kg/ha



# LA PRODUZIONE DI BIOMASSA E DI ZUCCHERI

- | ➤ Biomassa epigea (t/ha)     | fresca  | secca  |
|------------------------------|---------|--------|
| aree di buona alta fertilità | 70 – 90 | 25– 30 |
| aree di scarsa fertilità     | 40– 50  | 12 –15 |
- Zuccheri: > 10 –12 (15) % sul t.q.
- Bioetanolo: mediamente 3–4 t/ha



# LA COMPARAZIONE DELLA PRODUZIONE

## COLTURA

## Produzione zuccheri (t/ha)

canna da zucchero

7-10

patata

2-5

sorgo zuccherino

7-12

mais

6-9

frumento

2-5



➤ **Mais:**

- produzione di bioetanolo: 3,4 t/ha
- *output/input* (macinazione per via secca): 1,1-2,5
- *output/input* (macinazione per via umida): 1,0-2,2

➤ **Sorgo zuccherino:**

- produzione di bioetanolo: 3,9 t/ha
- *output/input*: 1,4-12,6



➤ **Barbabietola da zucchero:**

- produzione di bioetanolo: 3,5 t/ha
- *output/input*: 0,80

Per considerazioni energetiche non conviene produrre il bioetanolo dalla barbabietola da zucchero.

➤ **Sorgo zuccherino:**

- Produzione di bioetanolo: 3,9 t/ha
- *output/input*: 1,36

Sebbene alcune criticità vadano superate (raccolta, conservazione), è una coltura ritenuta promettente per la produzione del bioetanolo in Italia.



# IL CICLO PRODUTTIVO

- Produzione agronomica
- Raccolta e conservazione della biomassa
- Trasporto all'impianto
- Estrazione del succo
- Fermentazione
- Distillazione
- Eventuale rettifica
- Stoccaggio
- Recupero dei sottoprodotti bagasso (per alimentazione zootecnica, per energia) e borlande (per biogas)



# I PUNTI DI FORZA

- Produzione agronomica elevata nelle stazioni mediamente fertili
- Possibilità di produzione in regime seccagno, quanto meno in alcuni areali (ad esempio bassa collina o fascia pedemontana)
- Filiera semplice per metodologia e tecnologia
- Bilancio energetico favorevole (1,4 senza sottoprodotti, fino a 12,6 con sottoprodotti)
- Recupero importante di sottoprodotti energetici e materiali



# I PUNTI DI FORZA

- Concreta possibilità di allestire degli impianti di capacità produttiva medio-piccola con superficie agricola di produzione e di approvvigionamento non eccessivamente elevata
- Esempio : per 5.000 t/anno di bioetanolo sono sufficienti 1.500 ha nelle aree di media fertilità complessiva



# I PUNTI DI DEBOLEZZA

- Difficoltà di conservazione della biomassa = deperibilità
- Conseguentemente:
  - necessità di utilizzare la tecnica dell'insilamento per la biomassa = costi e logistica più gravosi
  - ad integrazione : ricorrere a più sfalci della biomassa nel corso della stagione vegetativa ed alimentare l'impianto produttivo in
  - in alternativa: estrarre il succo immediatamente dopo la raccolta e concentrarlo sino a 60 °Brix



# L'ESTRAZIONE DEL SUCCO ZUCCHERINO DAL SORGO

L'estrazione può seguire diverse modalità. In tutte le soluzioni gli steli sono imbibiti con acqua.

L'estrazione è condotta a 50-80 °C.

- **Estrazione meccanica con mulini:** batteria di 5-7 mulini a cilindri scanalati
- **Estrazione meccanica a pressa:** vite senza fine
- **Estrazione per diffusione:** immersione degli steli frantumati in soluzione estraente (acqua o succo meno concentrato)
- **Estrazione per centrifugazione:** diffusione dagli steli macinati e centrifugazione.



Il sottoprodotto dell'estrazione è la bagassa.

➤ La valorizzazione energetica della bagassa migliora il bilancio energetico della filiera.

Il potere calorifico della bagassa è 17,3 MJ/kg.

➤ La bagassa può essere utilizzata come fertilizzante o mangime zootecnico:

Azoto 0,45 % s.s.

Fosforo ( $P_2O_5$ ) 0,22 % s.s.

Potassio ( $K_2O$ ) 0,71 % s.s.



# LA FERMENTAZIONE

La fermentazione può avvenire in discontinuo (*in batch*) o in continuo.

La fermentazione in continuo permette di superare l'inibizione dei microrganismi alle concentrazioni di etanolo superiori all'11 % in volume.

Condizioni per *Saccharomyces cerevisiae*:

33-35 °C, densità cellulare 8-17 % v/v, pH 3-5.



# LA DISTILLAZIONE

## ➤ **Distillazione chimica tradizionale:**

consente di ottenere una miscela di bioetanolo al 95 % v/v (bioetanolo azeotropo).

Il 5 % v/v residuo è composto da acqua e da sostanze volatili.

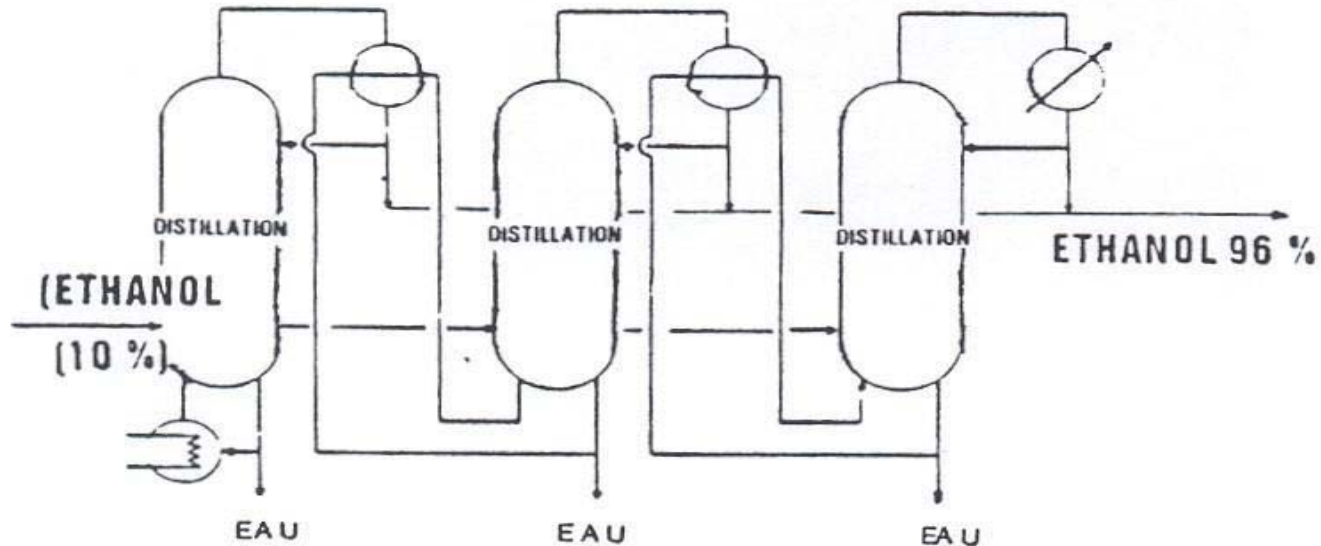
La distillazione è la fase più energivora del processo produttivo.

## ➤ **Distillazione a multiplo effetto:**

si utilizzano più colonne poste in serie, a pressioni progressivamente minori, in modo che i vapori di testa di una colonna si condensino e forniscano l'energia necessaria all'ebollizione della colonna successiva.



chaque colonne opere a des pressions de plus en plus basses



➤ Il sottoprodotto della distillazione è la borlanda.

# IL COSTO DI PRODUZIONE

Attualmente il bioetanolo di origine saccarifera ha un costo di produzione di:

**250 €/t in Brasile** (20 c€/l) (canna da zucchero)

**500-600 €/t nell'U.E.** (45-50 c€/l) (barbabetola da zucchero)

Non è noto il costo di produzione dal sorgo zuccherino nell'U.E..

Stima del costo di produzione: 260-290 €/t.

