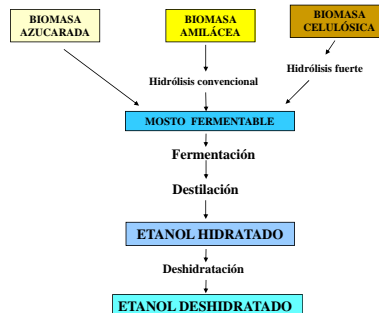


CULTIVOS ALTERNATIVOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOETANOL

Jesús Fernández
 GRUPO DE AGROENERGÉTICA [GA-ETSIAM]
 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos
 UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



VÍAS DE OBTENCIÓN DEL BIOETANOL



J. Fernández, U.P.M.

FERMENTACIÓN ALCOHOLICA



De de **100 g de glucosa** se obtienen **51,1 g de etanol** y **48,9 g de CO₂**.
 En la práctica, el rendimiento es de **47,2 g de etanol**, equivalentes a **59,1 ml de etanol de 100°** ó **62,44 ml de etanol de 95°**.

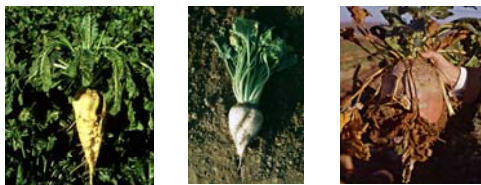
J. Fernández, U.P.M.

BALANCE ENERGÉTICO DE LA DESTILACIÓN

Consumo energético para obtener 1 litro de etanol

- 3 kg de vapor \leftrightarrow 0,25 kg de fuel (2.500 kcal)
- 0,5 kWh \leftrightarrow 1.720 kcal de energía primaria (25 % de rendimiento)
- **Total energía primaria: 4,22 Mca/litro (5,34 Mca/kg) (densidad 0,79)**
- **PCI del etanol anhidro: 6,40 kca/kgl**
- **BALANCE ENERGÉTICO: 6,40 - 5,34 = 1,06 Mca**

REMOLACHA



Rendimiento medio de la cosecha de raíces: **70 t/ha**
 Rendimiento en etanol : **10 t de raíces /m³ de etanol**
 Producción potencial media de etanol: **7 m³/ha**
 Desventaja: **BALANCE ENERGÉTICO**

J. Fernández, U.P.M.



Rendimiento en grano: **15 t/ha**
 Rendimiento en etanol : **2,7 t de grano /m³ de etanol**
 Producción potencial de etanol: **5,55 m³/ha**
 Desventaja: **BALANCE ENERGÉTICO**

CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.)



Rendimiento medio: **150-200 t m.f./ha (30-50 t m.s./ha)**
Rendimiento en etanol : **15-20 t de tallos frescos /m³ de etanol**
Producción potencial media de etanol: **4 – 7 m³/ha**

BALANCE ENERGÉTICO EN LA DESTILACIÓN

Bagazo 150 kg/ t de caña procesada (2,5-3 kg/l etanol) de 2,5-3 Mcal/kg
Requerimiento medio por litro de etanol: 4,22 Mcal

PATACA Ó TUPINAMBO (*Helianthus tuberosus* L.)



J. Fernández, U.P.M.

FLOR DE PATACA



J. Fernández, U.P.M.

Tubérculos de patata



J. Fernández, U.P.M.

SEGADO Y PICADO DE LOS TALLOS SECOS DE PATACA



COSECHA MECANIZADA DE TUBÉRCULOS DE PATACA



Helianthus tuberosus (pataca)

- Producción: 70-80 t tubérculos/ha + 10 t tallos/ha
- Tubérculos: 17-18% inulina, 20-22% m.s.
- Hidrólisis de la inulina: 70-80% fructosa, 15-25% glucosa
- Producción de etanol: 1 l/12 kg tubérculos
- **RENDIMIENTO: 5000-6000 litros ETANOL/ha**

Pataca (*Helianthus tuberosus* L.)



NUEVO ENFOQUE
Obtención de azúcares a partir de los tallos, antes de que se trasloquen a los tubérculos

SORGO AZUCARERO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.)



J. Fernández: U.P.M.

***Sorghum bicolor* (sorgo azucarero)**

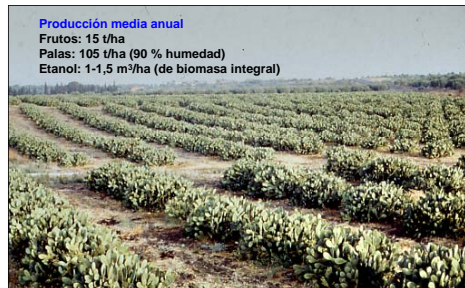
- Producción: 22 t biomasa aérea (m.s.)/ha
- Tallos: 70-80% (base de m.s.)
- Azúcares en el tallo: 24% sacarosa, 9% glucosa, 6% fructosa
- Producción de azúcares: 7-12 t azúcar/ha
- Producción de etanol: 1 l/15 kg tallos (mf)
- **RENDIMIENTO: 4000-7000 litros ETANOL/ha**

J. Fernández & M.D.Curt-UPM

Comparación entre cultivos de regadío

CULTIVO	Producción t/ha	Rendimiento en etanol kg/L	Producción de etanol L/ha
Remolacha Raíz	80	10	8.000
Maíz Grano	10	2,7	3.703
Pataca Tubérculos	80	12	6.700
Sorgo azucarero Tallos frescos	90	15	6.000

Chumbera (*Opuntia ficus-indica* L.)



Producción media anual
Frutos: 15 t/ha
Pajas: 105 t/ha (90 % humedad)
Etanol: 1-1,5 m³/ha (de biomasa integral)

CHUMBERA (*Opuntia ficus-indica* L.)



J. Fernández, U.P.M.

TOBACO SILVETRE (*Nicotiana glauca*)



J. Fernández, U.P.M.

TOBACO SILVETRE (*Nicotiana glauca*)



PRODUCCIÓN POTENCIAL DE BIOMASA POR UN CULTIVO DE *Nicotiana glauca*

Régimen hídrico: 200 mm lluvia + 40 mm riego en agosto

AÑO	Producción (t m.s./ha)	ETANOL (m ³ / ha)
1º	3.4	0,22
2º	4.5	0,30
3º	8.7	0,85

J. Fernández, U.P.M.