



TOPINAMBUR (*Helianthus tuberosus* L.) MATERIA PRIMA PARA OBTENER ETANOL EN MENDOZA

Ing. Agr. M. Sc. Cecilia Rebora

II Jornadas de Biocombustibles UNCuyo

Abril de 2009

- **Ley 26.093** → **Biocombustibles**
- **5 % de corte en naftas y gasoil**

– **Etanol** → **Naftas**

– **Biodiesel** → **Gasoil**



Materias primas para producir etanol:



- Cultivos sacaríferos: caña de azúcar, remolacha azucarera, frutas en general.
- Cultivos “amiláceos”: granos, papa, batata, topinambur.
- Cultivos celulósicos: pastos, madera.

Cultivos mundialmente más usados para obtener alcohol

- Caña de azúcar \Rightarrow Brasil
- 6000 l alcohol/ ha/ año (71.5 ton/ ha y 85 l alcohol/ ton), balance energético 8-9 /1 \Rightarrow productos/ insumos (\uparrow +)
- Maíz \Rightarrow EEUU
- 3500 l alcohol/ ha/ año, balance energético 1.4-1.5/ 1

Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.)



Topinambur

- Interesante materia prima para producir bioetanol en zonas templadas y templado/frías (Ballesteros Perdices, 2006, Berenji y Sikora, 2001).
- A partir de 50 t de tubérculos se obtienen 4.500 l de etanol (Reust y Dutoit, 1992).
- En general, se obtiene 1 l de etanol a partir de 12 kg de tubérculos (Fernandez, 1998).



Gran variación temporal en el interés por el cultivo

- Escasez de papa
- Alto precio del petróleo

Actualmente:

- Producción de biocombustibles
- Propiedades funcionales

FCAI: proyectos de investigación

Necesidad de información del cultivo a nivel local

Caracterización de la especie

- Familia Asteraceas
- Originaria de América del Norte
- Planta herbácea, de tallos ramificados (2 a 3 m), produce tallos subterráneos reservantes (tubérculos) muy ricos en carbohidratos






Caracterización de la especie

- Flores generalmente estériles, semillas poco viables
- Reproducción sexual → Programas de Mejoramiento
- Altos rendimientos (30-70 t/ha, Denoroy, 1996)

En Argentina

- Introducido a principios del siglo XX
- Cultivo limitado, forraje para porcinos (Bauer y Laso, 1974). 
- 5 Variedades
 - Rosso
 - Bianka
 - Waldspindel
 - Topianka
 - Blanca CR



Usos del topinambur

- Forrajero – “papa chanchera”
- Ornamental
- Hortícola
- Obtención industrial de inulina
- Producción de etanol

Uso ornamental



Manejo general del cultivo

- Evitar suelos pesados y anegadizos
- Plantación: junio a septiembre
- Densidades recomendadas (0,7 a 1 m entre hileras y 0,25 a 0,5 entre plantas)
- Tubérculos “semilla” → enteros o cortados (40- 60 g)



Manejo general del cultivo

- Períodos de mayor requerimiento hídrico: emergencia y crecimiento de tubérculos
- Malezas
- Cosecha: momento, maquinaria
- Almacenamiento: suelo, cámaras



Variedades

- No hay en Argentina variedades registradas
- Abundan en otras partes del mundo (América del Norte y Europa)
 - 179 variedades en BG de Canadá
 - 112 variedades en BG de EEUU
 - 115 variedades en BG en Alemania
 - 140 variedades en BG en Francia



Caracterización del topinambur existente en Argentina, por aptitud agronómica e industrial



- Comparación de 5 introducciones
 - características morfológicas
 - rendimiento
 - etanol
- En 2 ambientes



Int. 2

Int. 3

Int. 1



Int. 4

Int. 5



Los ambientes experimentales

La Consulta (LC) y Facultad de Ciencias Agrarias (FCA)

Ambiente	LC	FCA
Ubicación	33°42'20''S 69°04'20''O	33°00'30''S 68°52'32''O
Altitud	950 msnm	980 msnm
Temperatura media anual	13,9 °C	16,5 °C
Precipitación media anual	267 mm	225 mm
Textura de suelo	Franca	Limosa



Seguimiento de la evolución fenológica



Caracterización morfológica

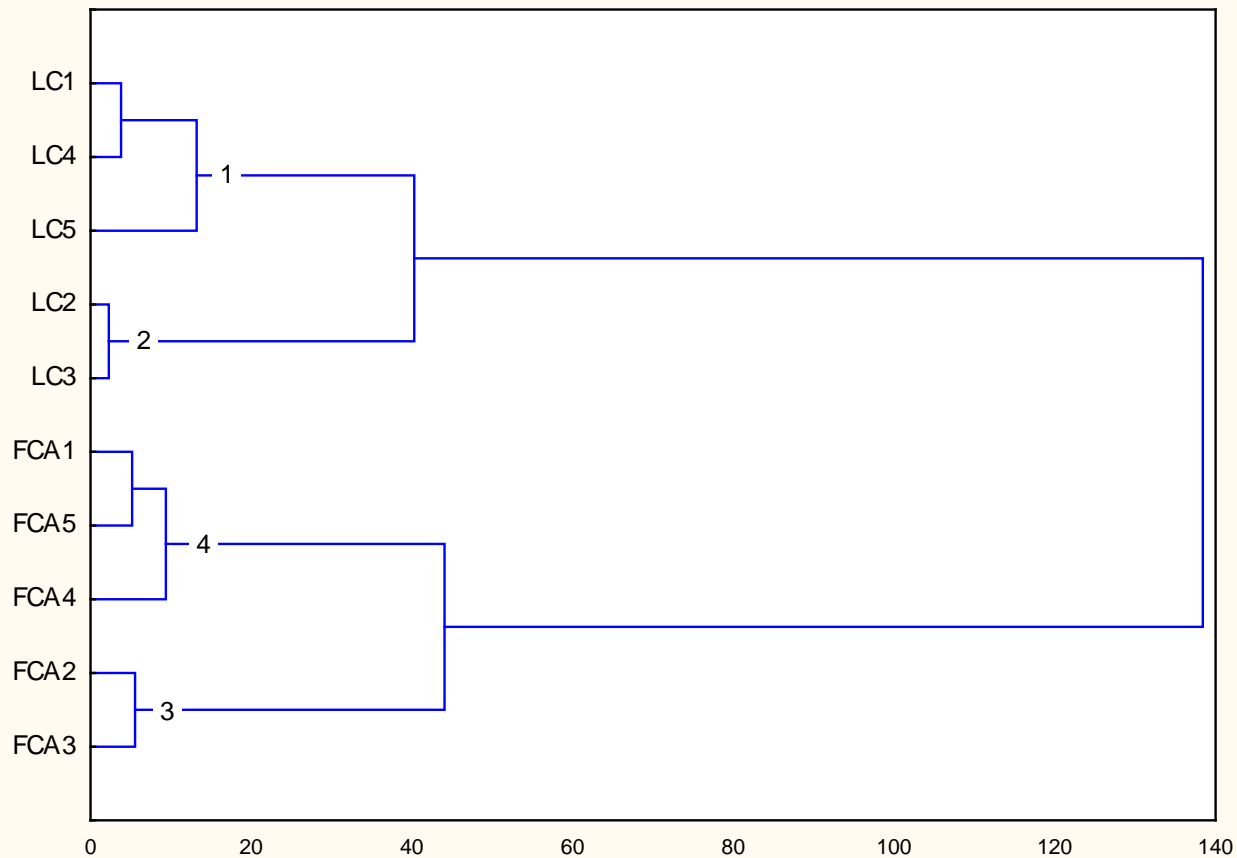


Rendimiento



Agrupamiento por caracteres morfológicos

Análisis de agrupamiento - Método Ward - Distancias euclídeas



“Rojas” y “Blancas”



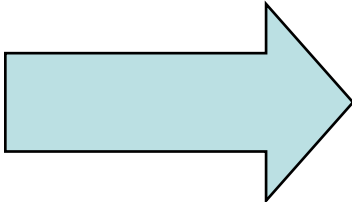
Más resultados

- Fenología: 2 y 3 (rojas) más precoces
- Rendimiento
 - LC: 57.000 kg/ ha
 - FCA: 25.000 kg/ ha



Potencial para producir alcohol

- Se estimó a partir de la siguiente relación (*):

1 kg de H de C
fermentables  0,5563 l de
alcohol

(*) *Farm crops for alcohol fuel, 1980*

Estimación de H de C a partir de sólidos solubles

Determinación de sólidos solubles



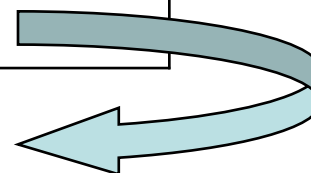
Estimación del rendimiento de etanol

Ambiente	Rend. Tub. (k/ ha)	% Sol. Sol.	K sol. sol./ ha	Litros etanol/ ha
LC	57.000	15.56	8870	4934
FCA	25.431	13.18	3352	1865

Relación entre litros de etanol por ha y kilos de tubérculos producidos por ha de cada introducción de topinambur cultivada en el ambiente LC.

Introducción	l alcohol/ kg tubérculos * 100
1	8,23
2	8,85
3	8,57
4	8,85
5	8,79
Promedio	8,66

Para obtener 1 l de alcohol serían necesarios 11.55 kg de tubérculos. Similitud con datos de Fernandez (1998), 12 kg → 1 l alcohol



Cultivo “entregado”



Remanente tallo seco ~ 10.000 kg/
ha



Poder calórico de la rama

- calor de combustión, por Norma ASTM D 240 con bomba calorimétrica.
- 3.668 cal/ g
- Residuo muy voluminoso, problema para el traslado

- **Etanol:**

Alternativa para Cuyo? Costos? Balance energético?

Mecanización del cultivo



Riego con aguas residuales urbanas?



Rendimiento de tubérculos por hectárea (kg) para cada tipo de agua de riego (agua cloacal AC y agua normal AN) y para cada variedad (R y B).

Variedad	AC	AN
R	206.250	154.000
B	149.500	134250
Promedio	177.750	144.000

Estimación de la obtención de alcohol (sól. solubles 16 %)

Tipo de agua	Litros de etanol por ha
C	15.000
N	13.000

Tecnología de cultivo

- Similar a papa



Cosecha



Arrancadora con zaranda de descarga lateral

Arrancadora de disco



Recolección



Para terminar:

- Factibilidad de cultivo
- Posibilidad de obtener buenos rendimientos
- Aún no hay demanda industrial
- Escala de industria? Cantidad de has. de cultivo necesarias? Precio a pagar por la materia prima?
- Costos de cosecha, mano de obra, necesidad de más mecanización
- Superficie factible de producir regando con aguas residuales.

Muchas gracias por su
atención



- Ing. Agr. Cecilia Rebora
- Facultad de Cs. Agrarias UNCuyo
- Tel. 4135010 interno: 1216
- crebora@fca.uncu.edu.ar