

Desarrollo de ideotipos de material lignocelulósico para la producción de Biocombustibles

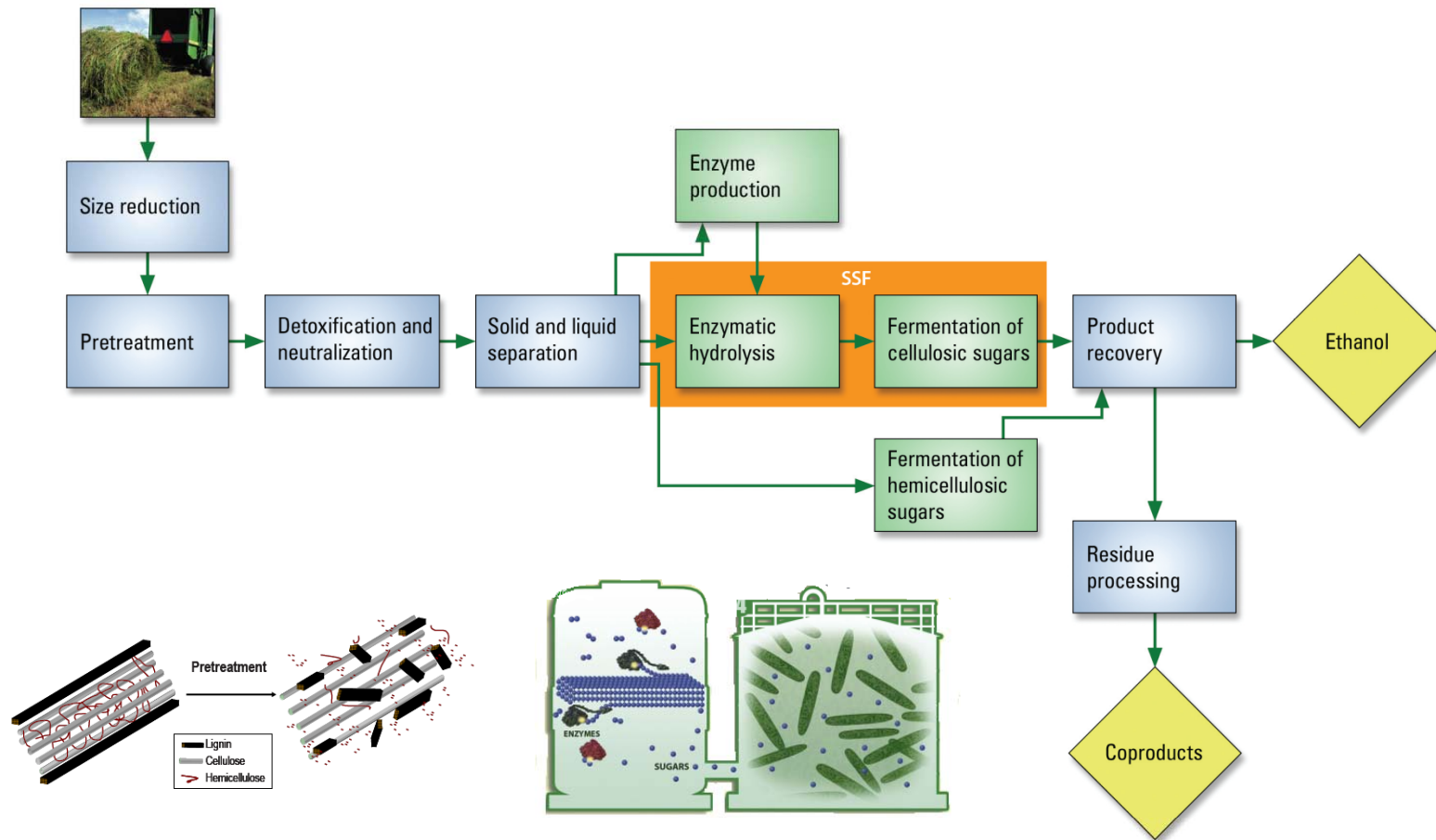
Caso: Bioetanol de 2º generación

Piero Sanguineti A.

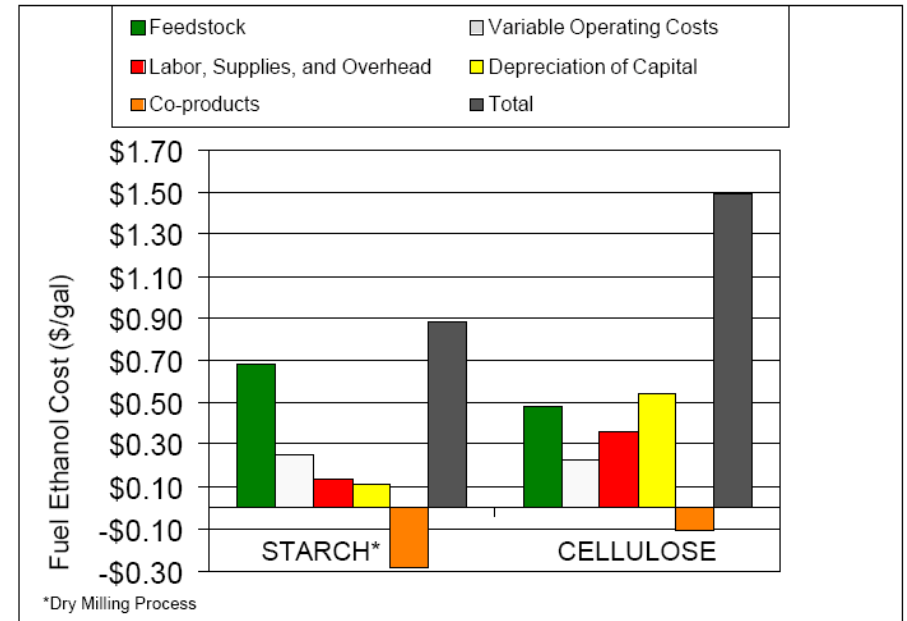
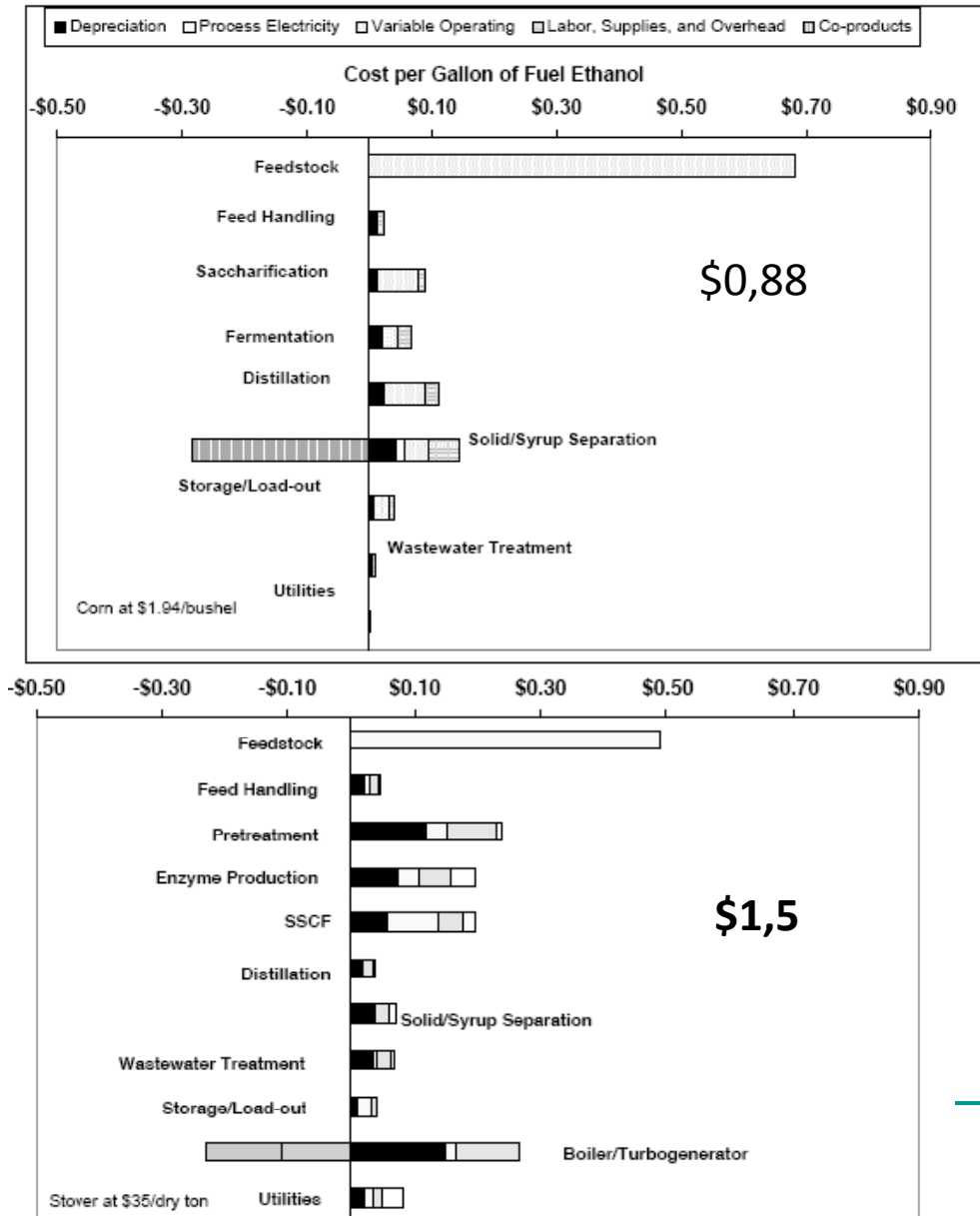
Laboratorio Relación Suelo-Agua-Planta SAP.

Financiamiento: Proyecto Domeyko

Bioetanol de 2º generación



Costo del Bioetanol lignocelulósico



McAloon et al, 2000.

Las materias primas



Celulosa 43 %
Hemicelulosa 27%
Lignina 17 %
Cenizas 10 %

Residuos Agrícolas



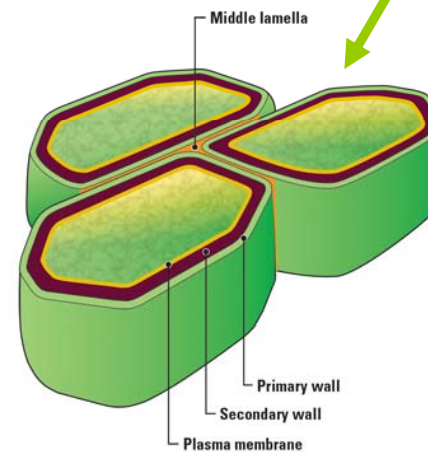
Celulosa 45 %
Hemicelulosa 25 %
Lignina 22 %
Cenizas 3 %

Especies Forestales

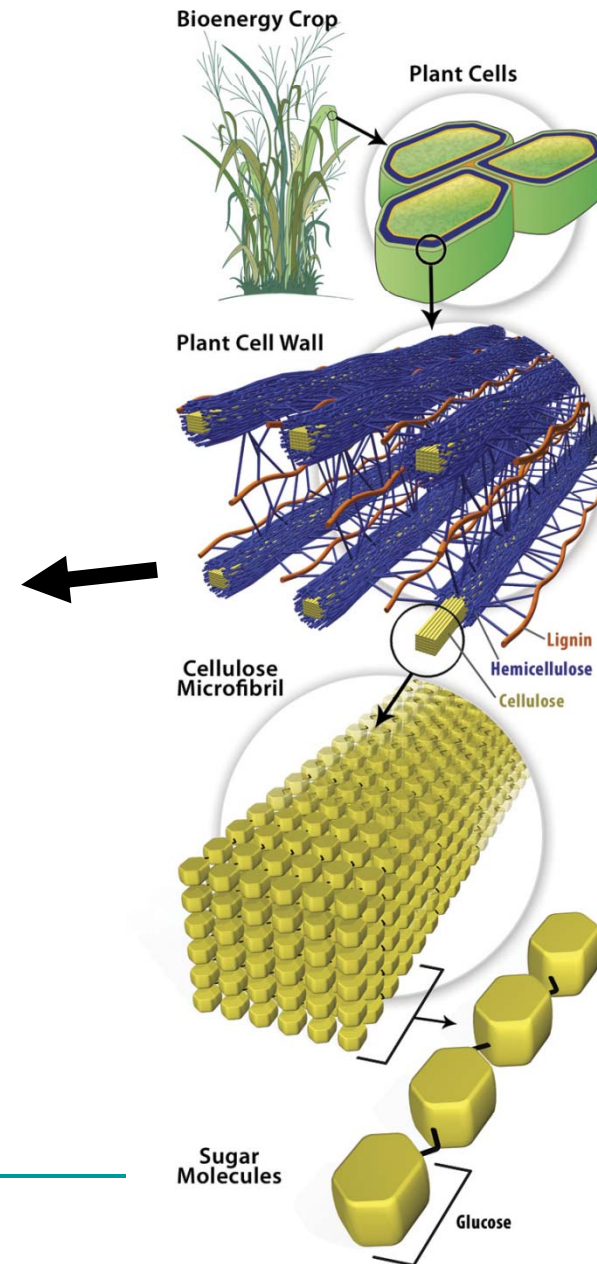
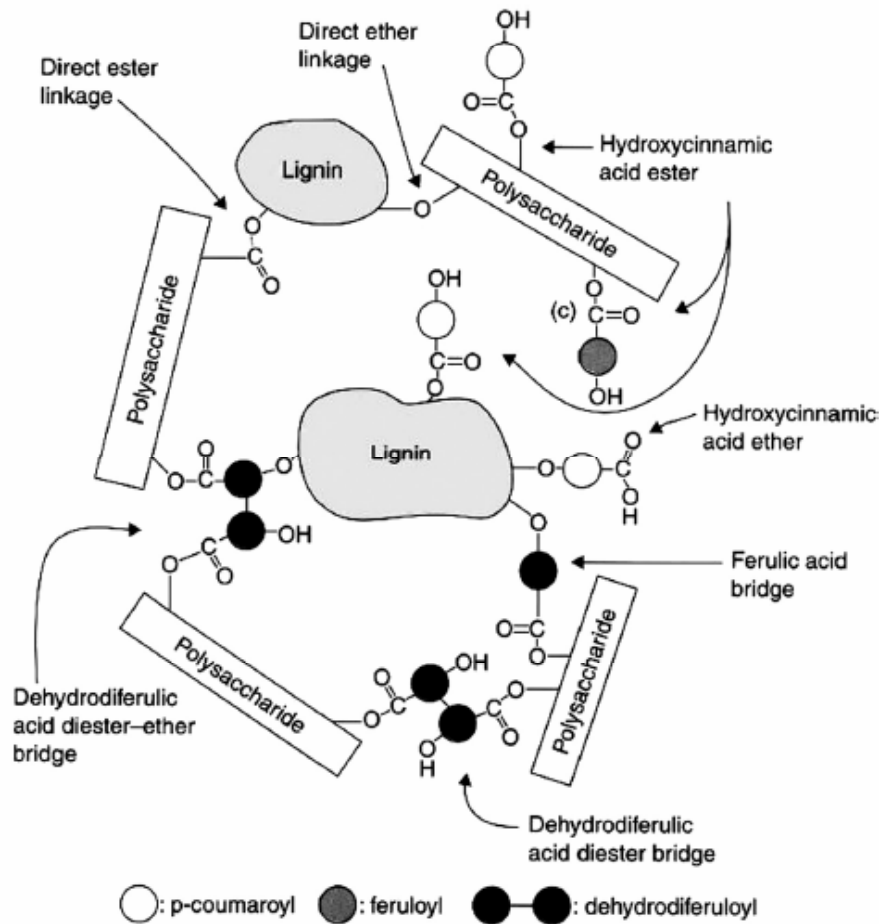


Celulosa 45 %
Hemicelulosa 30 %
Lignina 15 %
Cenizas 5 %

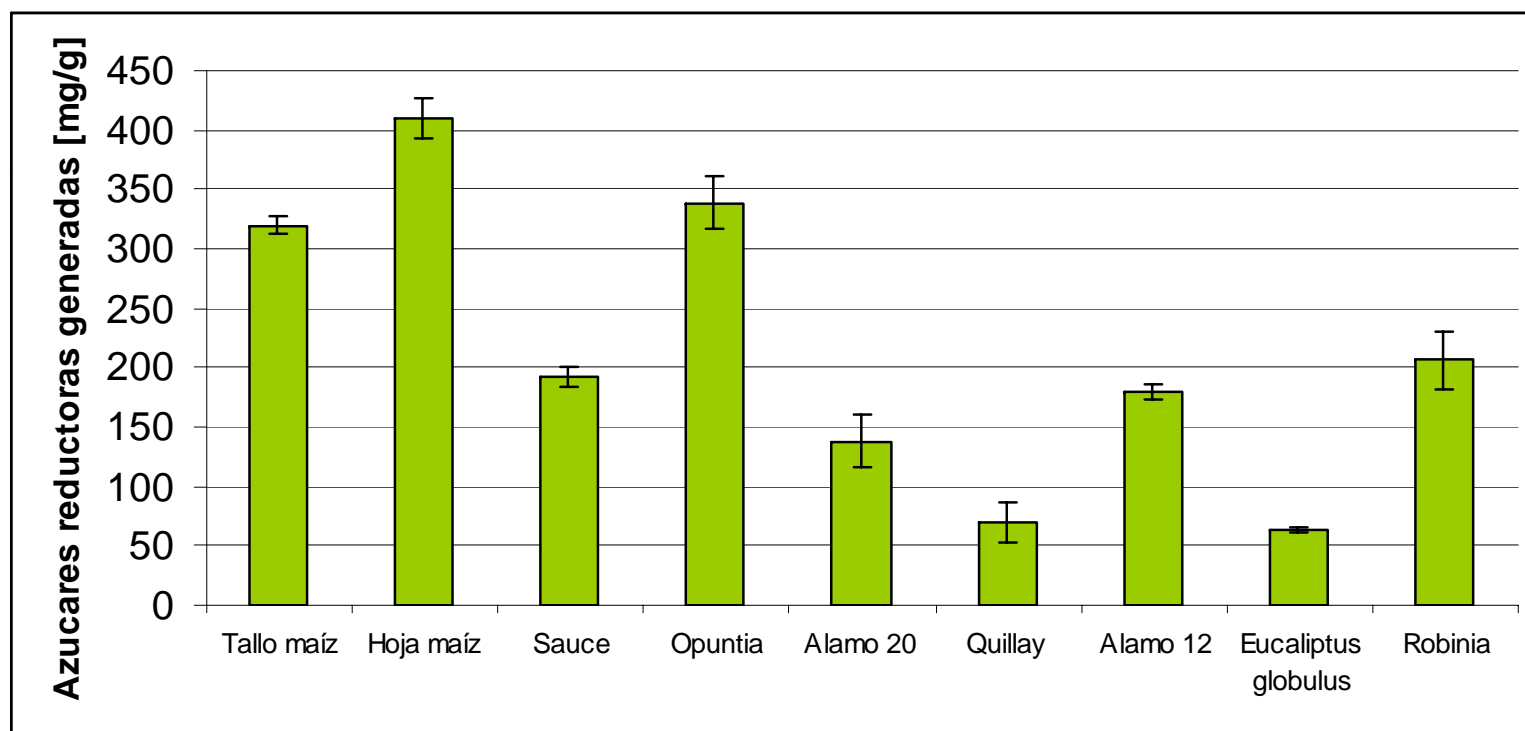
Especies Bioenergéticas
Herbáceas



La pared celular vegetal



Existen diferencias entre especies, entre tejidos, y entre variedades.



Rendimiento en Bioetanol

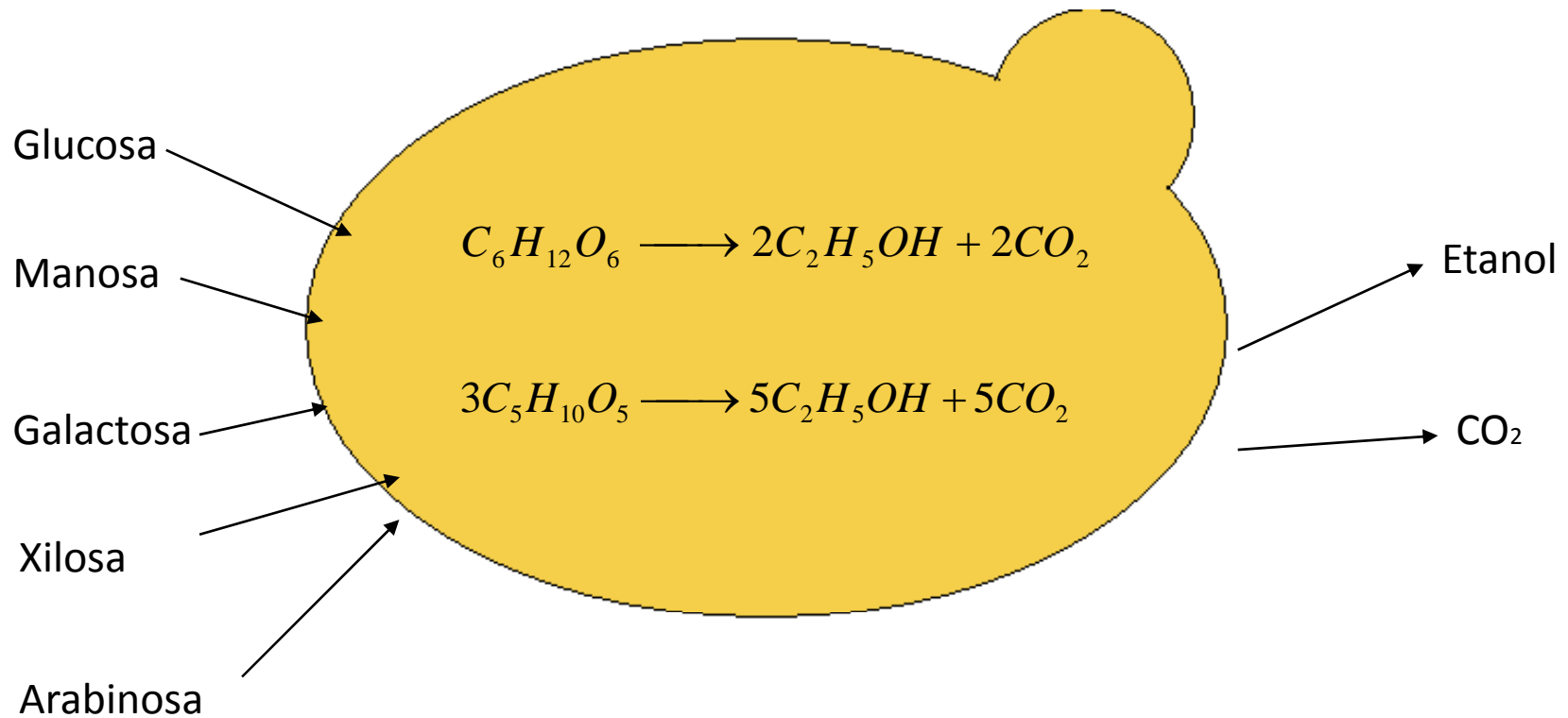
Rendimiento en Bioetanol [L/ha] = Rendimiento Biomasa [ton/ha] x P.E.T [L/ton] x Convertibilidad

Ideotipo

- Alta convertibilidad
- Alto Potencial teórico de etanol.
- Alta producción de biomasa por área.



Potencial teórico de etanol (T.E.P)

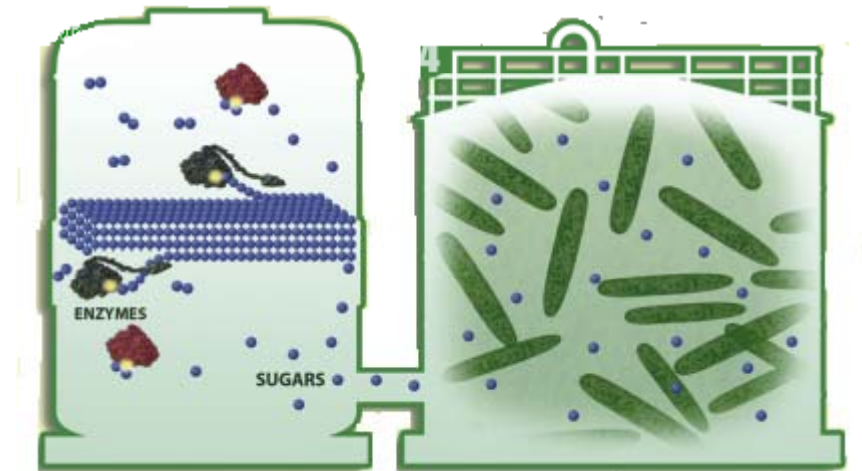


T.E.P :0,51 ton etanol/ton azúcar.

Convertibilidad

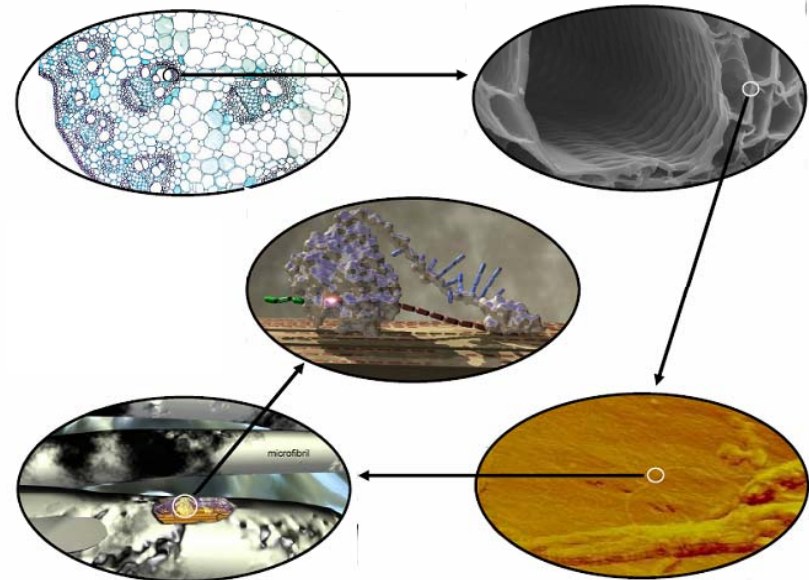
Convertibilidad = F (digestibilidad enzimática, fermentabilidad)

- La digestibilidad es la fracción de azúcares que luego de la hidrólisis enzimática se encuentran disponibles en forma monomérica.
- La fermentabilidad es la fracción de los azúcares que son fermentables por el microorganismo utilizado en el proceso.

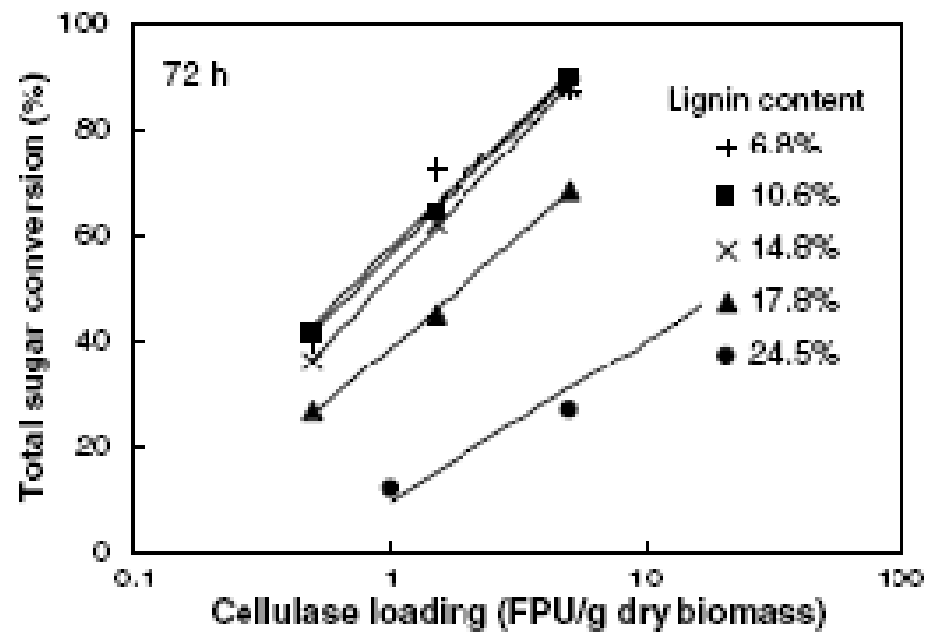


Digestibilidad enzimática

- Complejo celulolítico formado por endoglucanasas, exoglucanasas y β -glucosidasas.
- Las enzimas deben lograr un contacto efectivo con los enlaces glucosídicos.
- La biomasa lignocelulósica es recalcitrante: Lignina, complejo lignina-polisacáridos, Acetato, cristalinidad de la celulosa, entre otros.

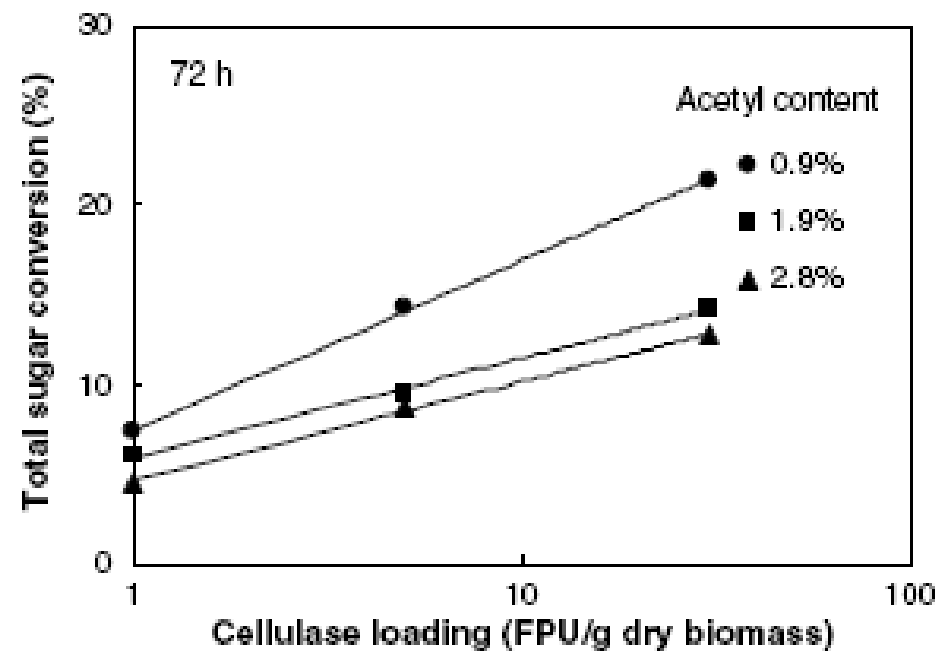


Digestibilidad enzimática



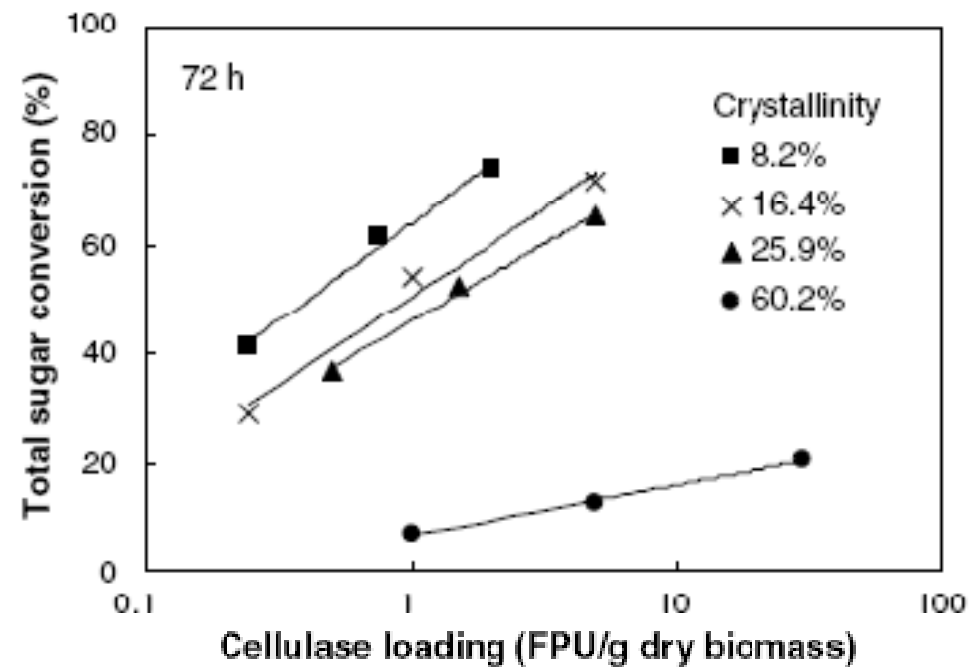
Zhu et al, 2008.

Digestibilidad enzimática



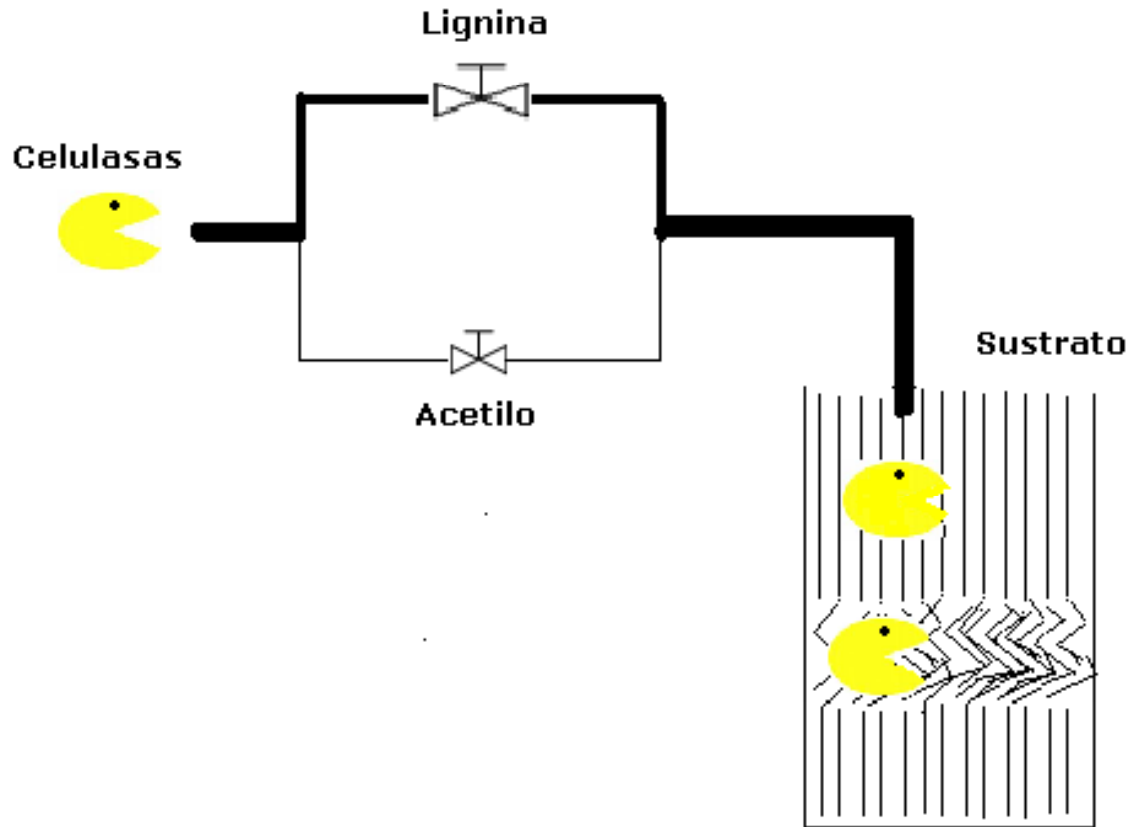
Zhu et al, 2008.

Digestibilidad enzimática



Zhu et al, 2008.

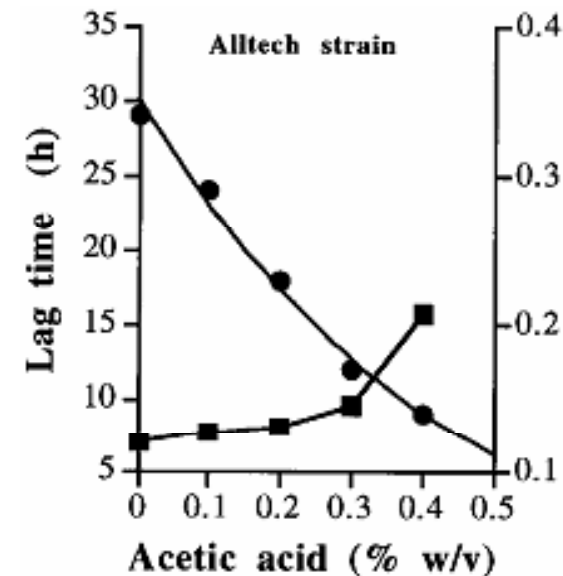
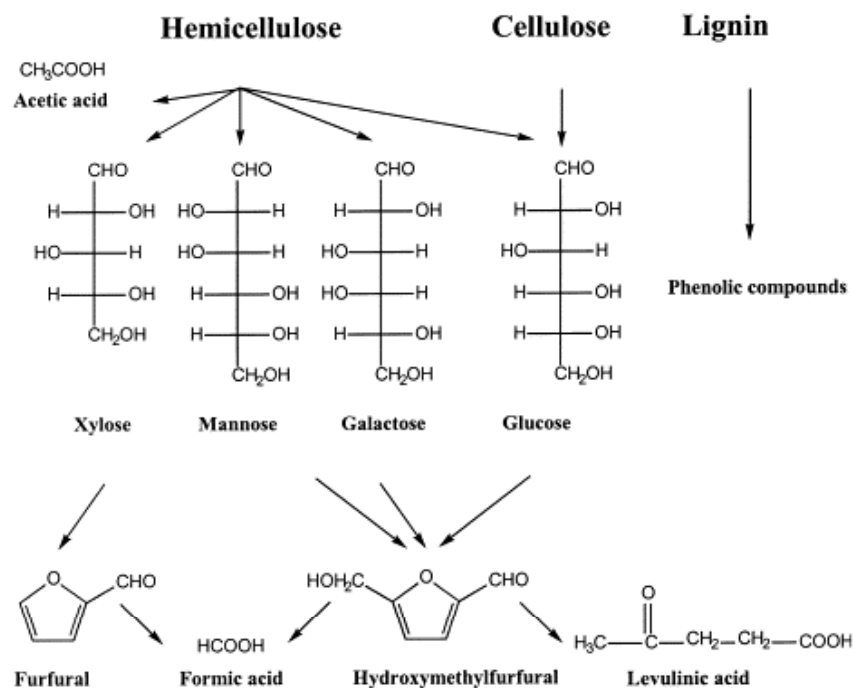
¿De qué forma influyen estos factores?



Chang & Holtzaple, 2000.

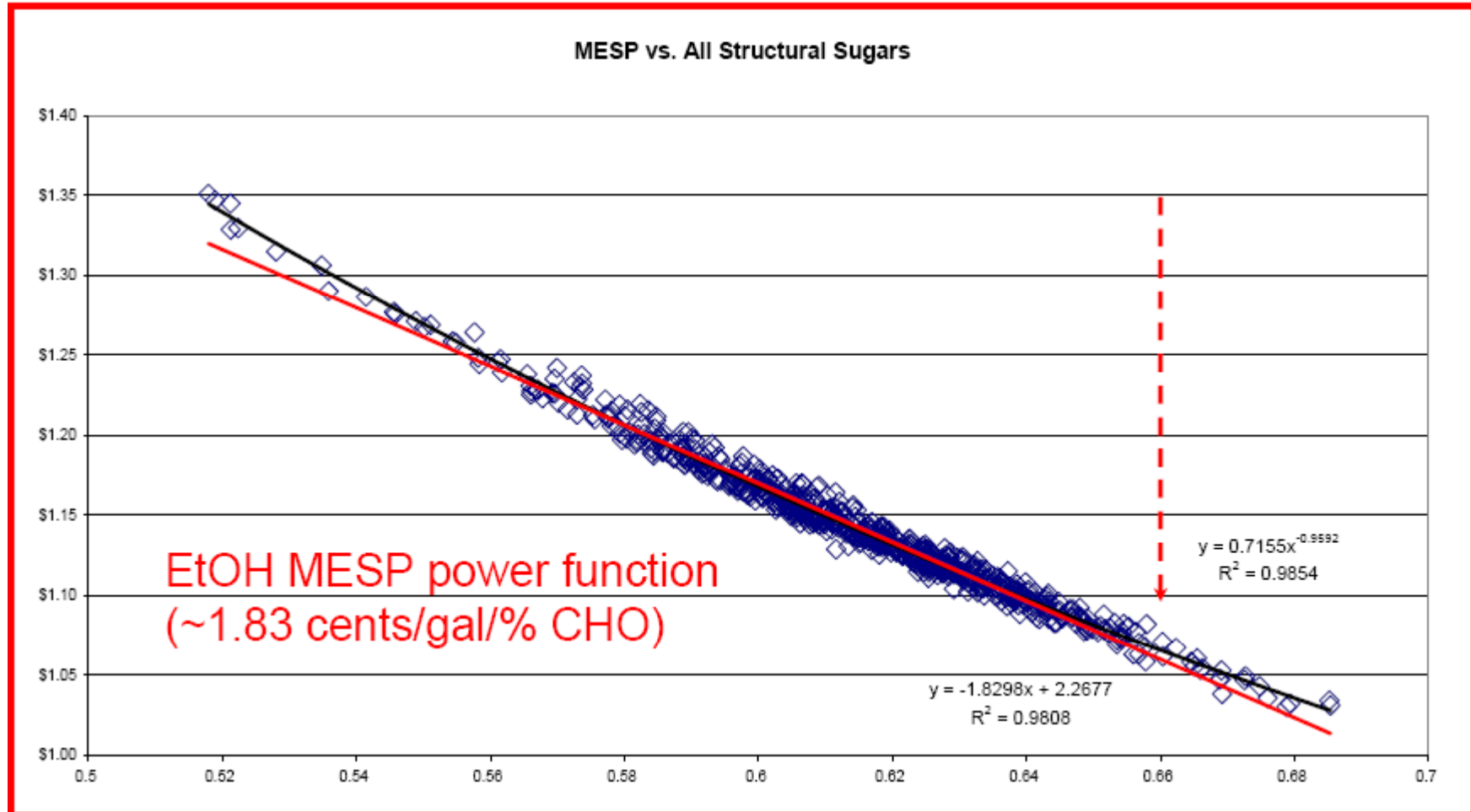
Fermentabilidad

- *Saccharomyces cerevisiae* no fermenta pentosas; baja productividad de las cepas mejoradas genéticamente.
- La biomasa posee sustancias inhibitorias de la fermentación: acetato, ferulato.
- Las sustancias inhibitorias pueden ser generadas en el proceso.



Narendranath et al, 2001.

Influencia del T.E.P

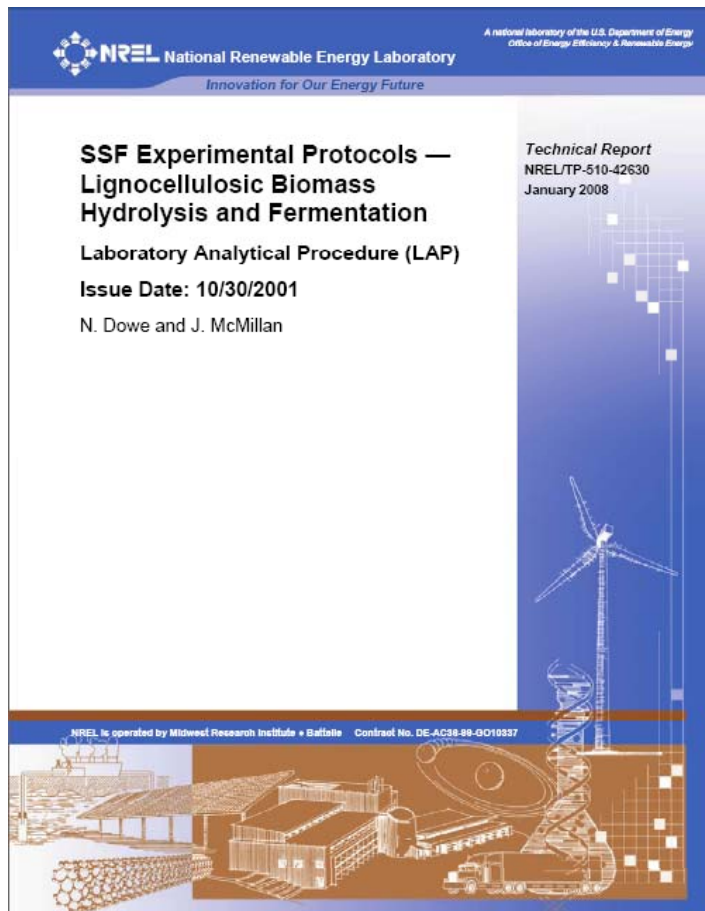


Thomas, 2003.

	struct_glucan	xylan	lignin	protein	acetyl	uronic_acids	galactan	arabinan	mannan
Minimum	30.23	16.67	13.47	1.32	1.07	1.74	-0.55	-1.43	0.05
Maximum	40.79	26.34	21.15	7.52	4.20	4.01	2.49	3.97	2.09
Range	10.57	9.67	7.68	6.20	3.13	2.27	3.04	5.40	2.04
Mean	36.78	21.72	17.20	3.94	2.93	3.12	1.73	2.72	0.92
Stdev	1.62	1.66	1.28	0.82	0.48	0.32	0.34	0.51	0.31

¿Cómo medir estos atributos?

Los métodos deben ser rápidos, de bajo costo, y deben ser poco laboriosos.



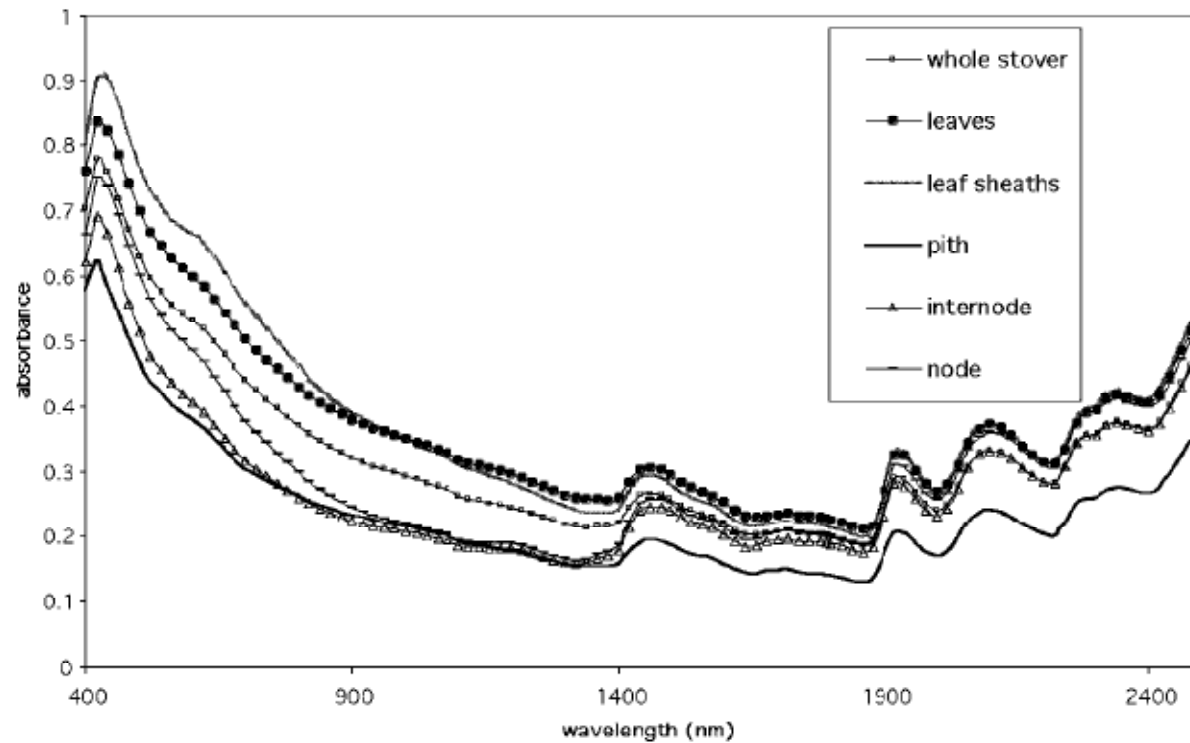
- 14 métodos estandarizados de análisis de biomasa lignocelulósica; análisis químico, digestibilidad, y convertibilidad.
- Un análisis completo demora como mínimo 1 semana por muestra.
- El costo fluctúa entre \$800-\$2000 por muestra (Hames et al, 2003).

Espectroscopía de reflectancia en el Infrarrojo cercano (NIR)

- Técnica espectroscópica que usa el rango del infrarrojo cercano (800 nm a 2500 nm).
- La estimación de parámetros requiere los siguientes pasos:
 - 1) Recoger el espectro de las muestras de calibración (conocidos sus atributos).
 - 2) Desarrollar la calibración ($Y = B_0 + X_1 * B_1 + X_2 * B_2 + \dots + X_N * B_N$)
 - 3) Recoger el espectro NIR de las muestras a analizar.
 - 4) Estimar los atributos de interés de las muestras a analizar usando la ecuación de calibrado.

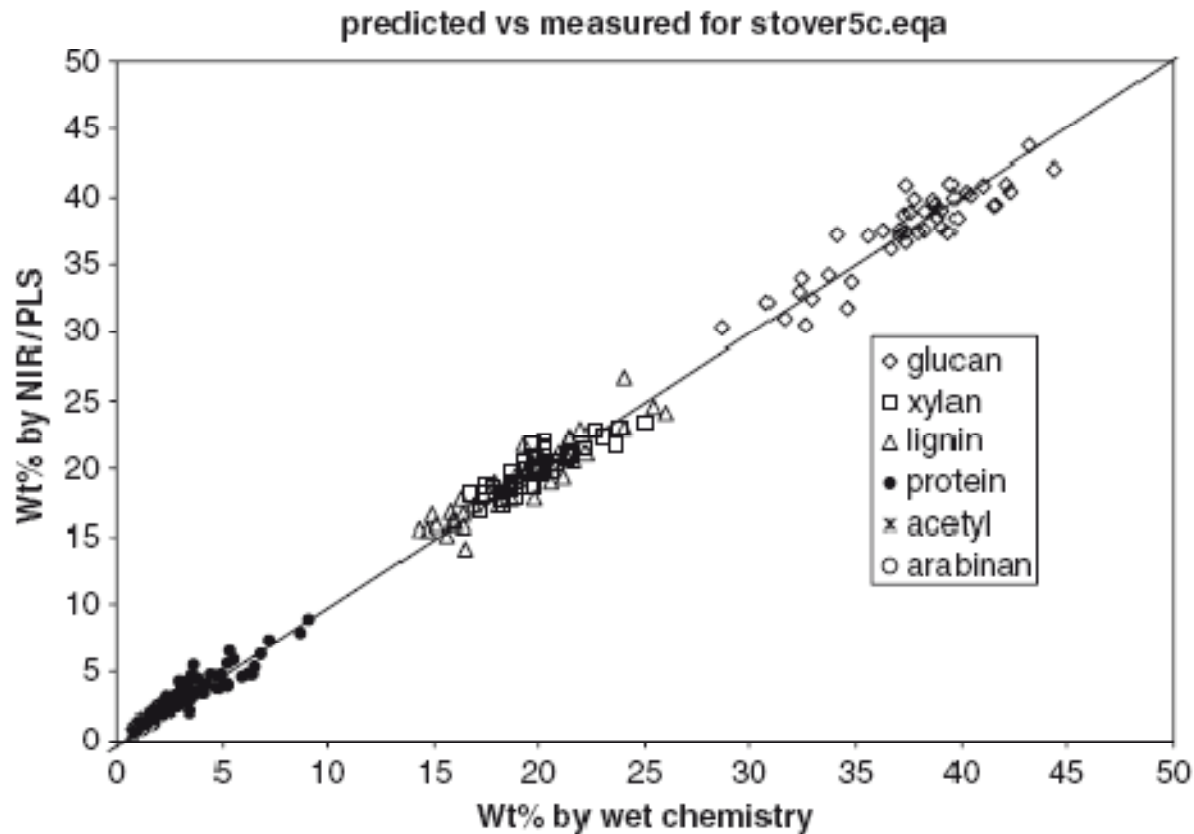


Espectroscopía de reflectancia en el Infrarrojo cercano (NIR)



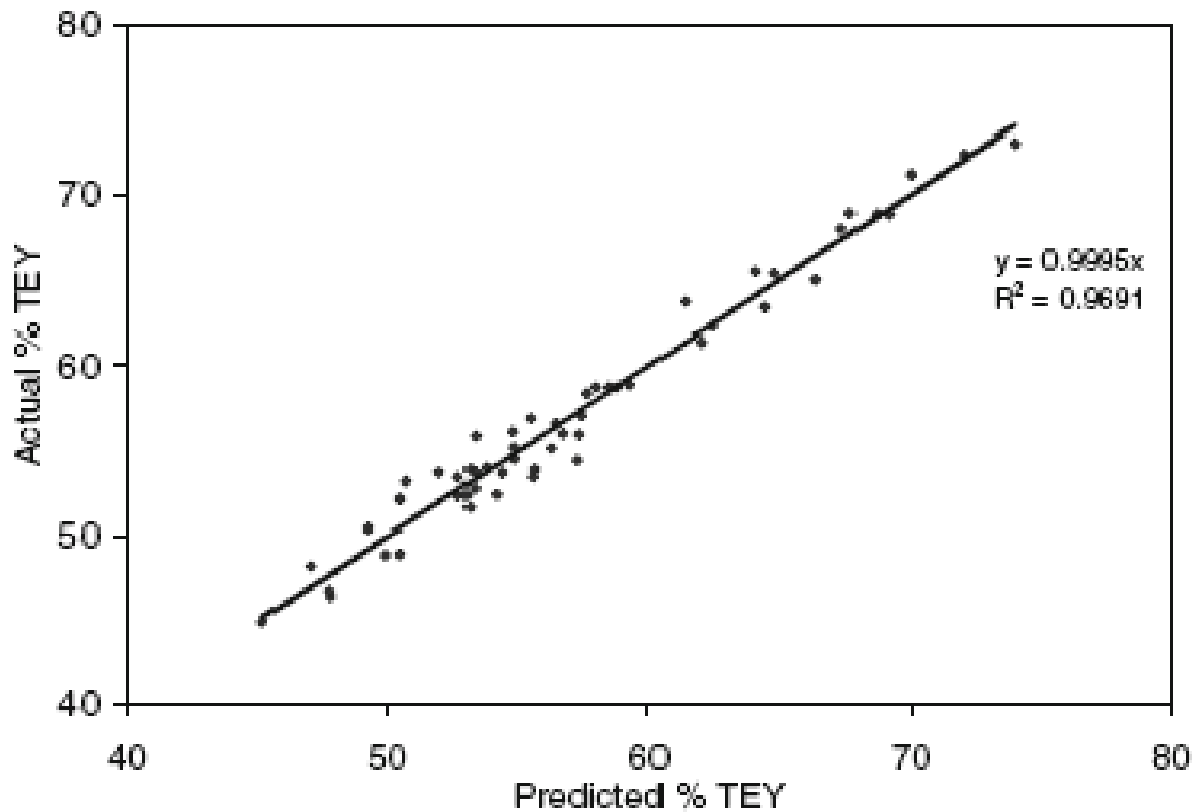
Hames et al, 2003.

Espectroscopía de reflectancia en el Infrarrojo cercano (NIR)



Hames et al, 2003.

Espectroscopía de reflectancia en el Infrarrojo cercano (NIR)



Isci et al, 2008

NIR vs Análisis tradicionales

	Wet Chemistry	Near-infrared spectroscopy
Analysis time/sample	2 weeks	minutes
Throughput	6/week	500 - 1000/day
Cost/sample	\$1000 - 2000	\$10 - 20
Technician	highly trained	novice

Hames et al, 2003.

En síntesis

- La optimización de la Biomasa lignocelulósica para servir como materia prima para tecnologías específicas de conversión puede mejorar la economía del proceso.
 - La calidad de las materias primas para la producción de bioetanol de segunda generación se basan la convertibilidad y en el potencial teórico de bioetanol.
 - Existen técnicas para estimar estos atributos acordes con programas de mejoramiento genético.
-

¡Muchas Gracias!

Bibliografía

- Hames, B. Thomas, S. Sluiter, A. Roth, C. Templeton, D. (2003). Rapid biomass analysis-New tools for compositional analysis of corn stover feedstocks and process intermediates from ethanol production, *Applied Biochemistry and Biotechnology* **105** (1), pp. 5–16.
 - Lorenz AJ, Coors JG. (2008). What can be learned from silage breeding programs?. *Appl Biochem Biotechnol.* Mar;148(1-3):261-70
 - Isci A, Murphy P, Murphy R, Moore K. (2008) A Rapid Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF) Technique to Determine Ethanol Yields. *Bioenergy Research*, 1 (2), pp. 163-169
 - Zhu, L. O'Dwyer, J. Chang, V. Granda, C. Holtzapple, M..Structural features affecting biomass enzymatic digestibility *Bioresource Technology*, Volume 99, Issue 9, June 2008, Pages 3817-3828
 - Chang, V. Holtzapple, M. (2000). Fundamental factors affecting biomass enzymatic reactivity. *Applied Biochemistry and Biotechnology* Vol. 84-86, Numbers 1-9.
 - A. McAloon, F. Taylor and W. Yee, Determining the Cost of Producing Ethanol from Corn Starch and Lignocellulosic Feedstocks, NREL Report TP-580-28893, National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO (2000).
 - Thomas, R. (2003). Corn Stover feedstock variability. Disponible en: http://feedstockreview.ornl.gov/pdf/thomas/session3_thomas.pdf.
-

¿Existe variabilidad genética?

$$h^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + \sigma_{GE}^2 + \sigma_E^2}$$

Especie	Atributo	h ²
Álamo	Lignina	0,936
	Holocelulosa	0,937
Eucalyptus	Lignina	0,82
	celulosa	0,79
Bromo	FDN	0,84
	Lignina	0,82
	DFDN	0,76

¿Existe variabilidad genética?

$$R = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_g^2 + (\sigma_E^2 / re) + (\sigma_{GE}^2 / e)}$$

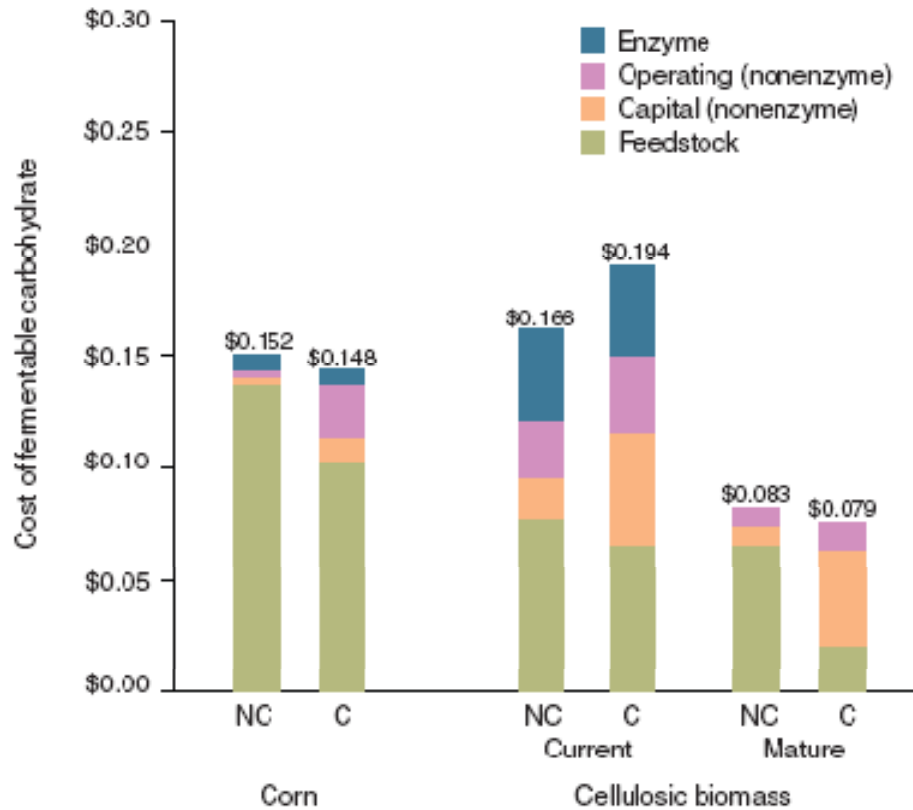
e : es el número de medio-ambientes testeados en el ensayo.

r : el número de replicaciones dentro de cada medioambiente.

Atributo	R
Potencial teórico de etanol (TEP)	0,82
Glucano	0,81
Xilano	0,83
Galactano	0,87
Arabinano	0,95
Manano	0,74
Lignina	0,85
Rendimiento de biomasa	0,75
DFDN	0,84
FDN	0,65

Lorenz y Coors, 2008.

Almidón Vs. Lignocelulosa



Lynd et al, 2008.