



“Cuantificación de residuos agrícolas disponibles  
para la producción de bioenergía bajo  
criterios de sustentabilidad ambiental”

Marianela Galleguillos Santis

Seminario Internacional “Biocombustibles y su futuro en la matriz energética”

3-5 Noviembre 2009

*Proyecto financiado por Programa Domeyko Energía  
Proyecto Producción de Biomasa con fines bioenergéticos*



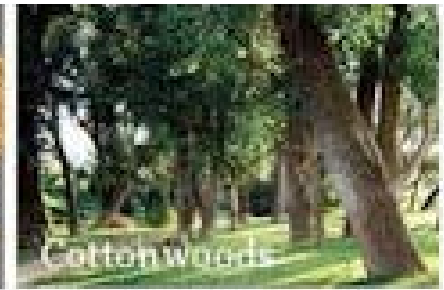
Wood chips



Switchgrass



Wheat



Cottonwoods



Corn stover



Paper




Corn



Sugarcane





**Crop Residue and Ecosystem Services**

**Biofuel**

**Animal Feed**

**Industrial Raw Material**

**Soil Quality Improvement**

**Traditional**

**Modern Liquid Biofuels**

**One Mg of Corn Stover =**

- 280 L of Ethanol
- 15 - 18 GJ of Energy
- $16 \times 10^6$  BTU
- 2 Barrels of Diesel
- $3 \times 10^6$  KCal

**Agronomic/Biomass Productivity and Sustainability**

**Erosion Control**

**Nutrient Cycling**

**Soil Biodiversity**

**Water Management**

**Soil Structure & Tilth**

**Carbon Sequestration**

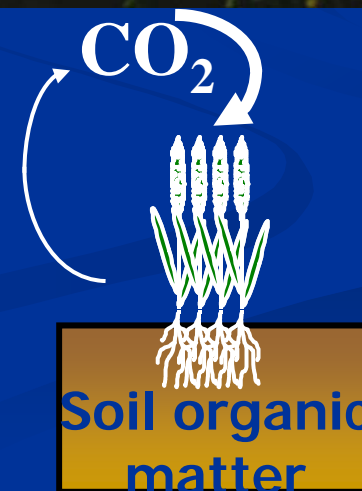
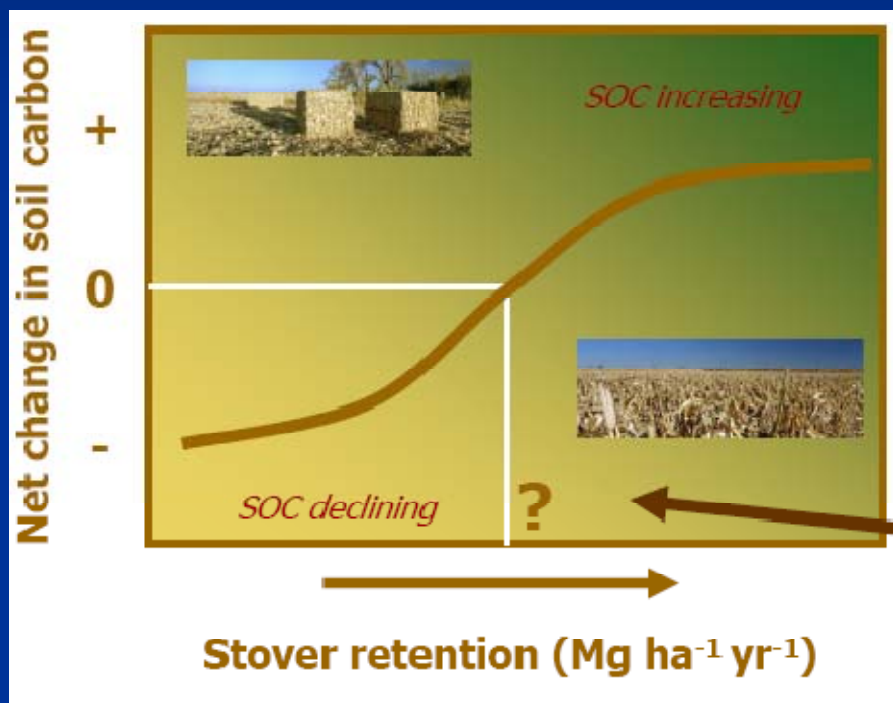
(Lal, 2005)



# ¿Cuanto residuo utilizar?

## Manejo de residuos sobre el suelo

El carbono en el suelo es esencial para mantener la productividad



### CARBONO EN EL SUELO

Sin Labranza + 500 kg /ha/año

Con Labranza - 2000 kg /ha/año



# Erosión

Los residuos desempeñan un papel fundamental en el control de erosión

## Pérdida de Suelo en una Rotación Trigo-Avena-Raps Suelo Santa Barbara, Pinto. Pendiente 10%, Longitud de la Ladera 150 m

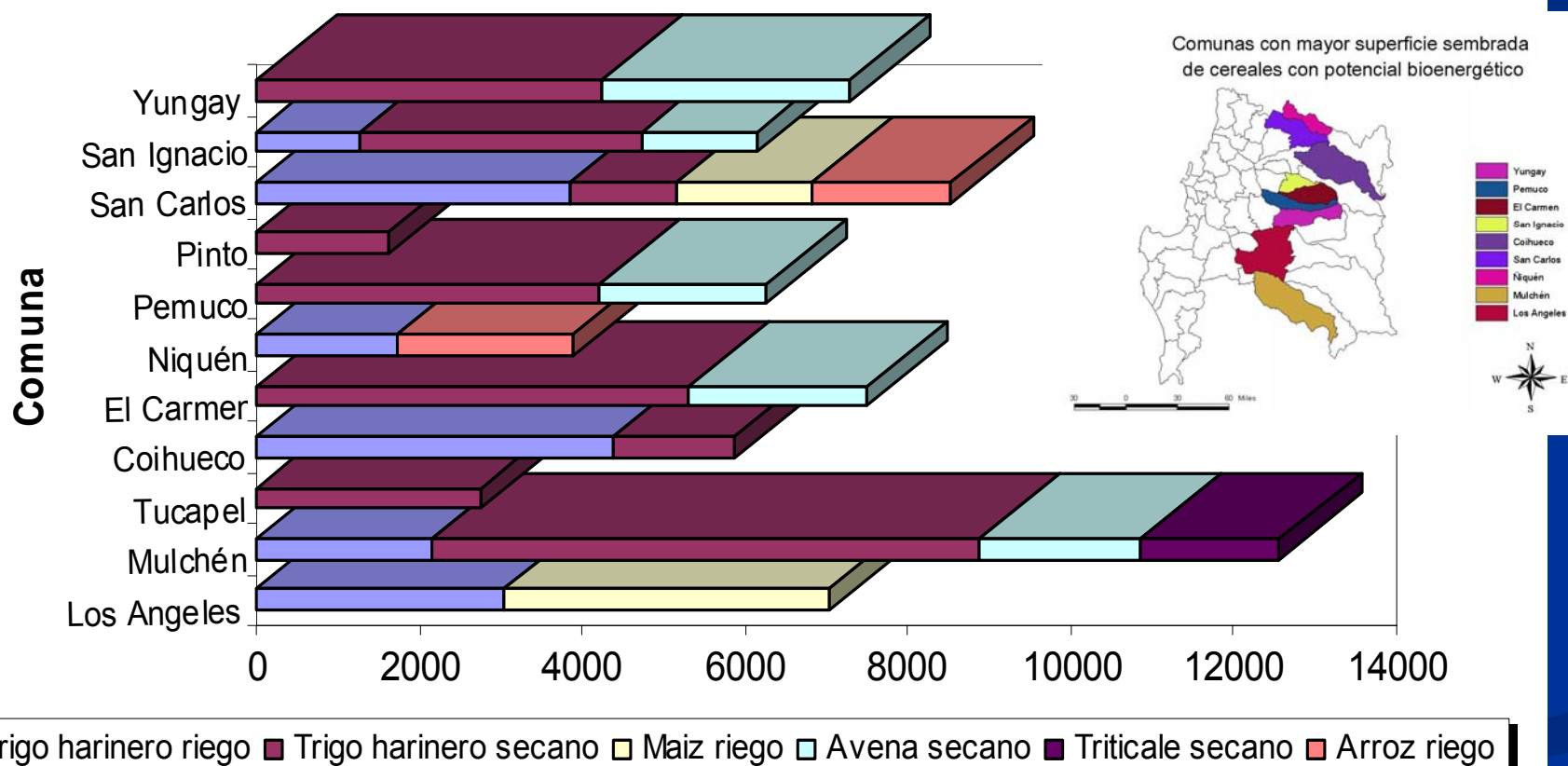
Manejo	Ton/ha/año
Convencional + Quema	31
Convencional + 0,2 ton residuos sup.	17
Convencional + 1,0 ton residuos sup.	8
Convencional + 2,0 ton residuos sup.	4
Cerolabranza	2
<i>Peña, 1986</i>	

## Comunas y relieve Región del BíoBío, Chile

- Superficie: 37.068 km<sup>2</sup>
- Superficie sembrada con cereales: 113.028,86 Ha
- Provincias:
  1. Concepción: 1.222,85 Ha
  2. Arauco: 3.193,40 Ha
  3. BíoBío: 37.952,90 Ha
  4. Nuble: 70.659,71 Ha
- Total País de cereales: 480.832,73 Ha
- 23,5% del total nacional



## Superficie comunal sembrada por principal cultivo de cereales, región del BíoBío, Chile



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo Agropecuario y Forestal 2007



# Modelo de restricciones para uso sustentable de residuos de cultivo para energía



## Erosión

$$A = R \times K \times (LS) \times C \times P$$

Wischmeier y Smith (1978)

Clima (R)  
Suelo (K)  
Topografía (LS)  
Manejo del cultivo (C)  
Prácticas de soporte (P)

## Mínimo Carbono en el Suelo (MCS)



1 Mg de rastrojo contiene 450 kg de carbono

Perlack and Turhollow (2002)



### Escenarios de MSC

3,0 ± 1,0 Mg C ha/año

2,1 ± 0,1 Mg C ha/año

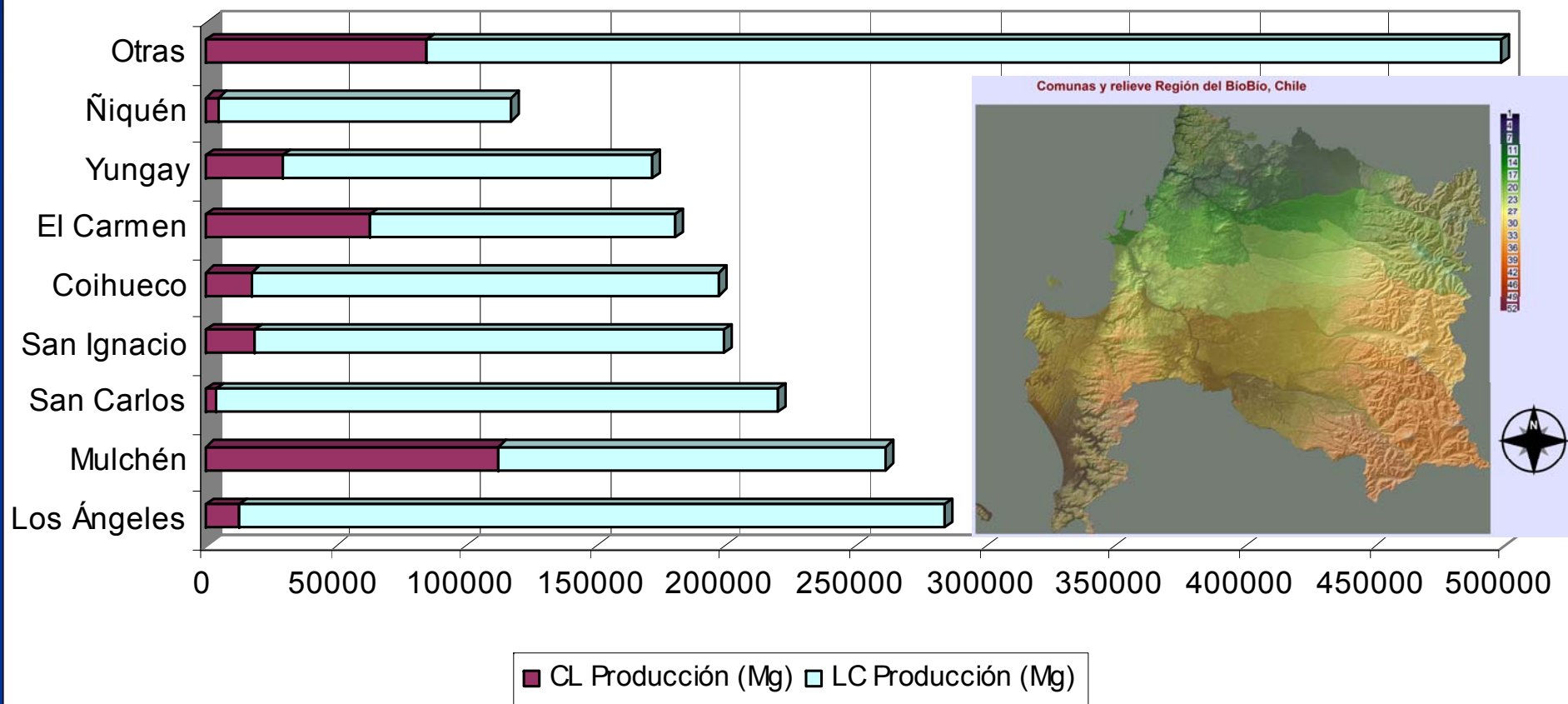
Johnson *et al.* (2006)

### Factores

- Temperatura
- Precipitación
- Cultivo
- Rotación del cultivo
- Labranza
- Manejo de nutrientes



## Disponibilidad máxima de residuos de cultivos de cereales considerando el criterio de Mínimo Carbono en el Suelo, región del BíoBío, Chile



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Censo Agropecuario y Forestal 2007



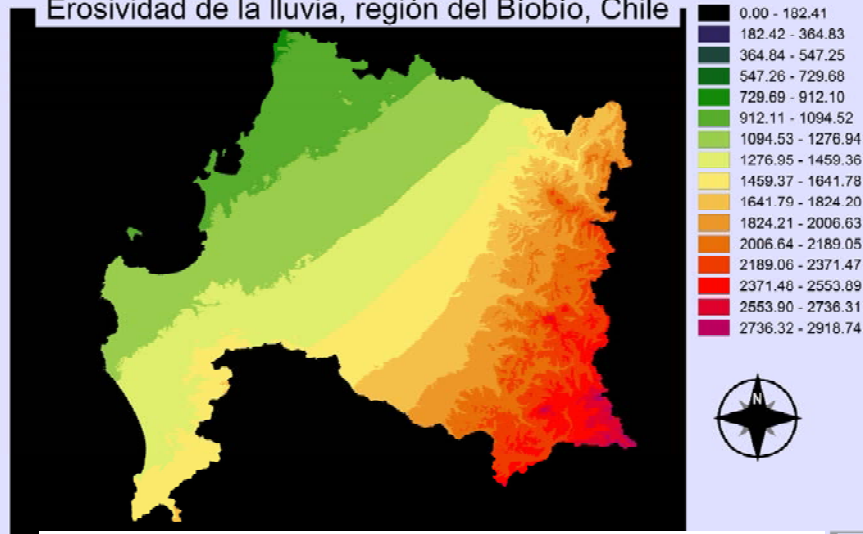
# Modelación y uso de percepción remota para estimación de variables de sustentabilidad en la utilización de rastrojos para bioenergía (erosión)



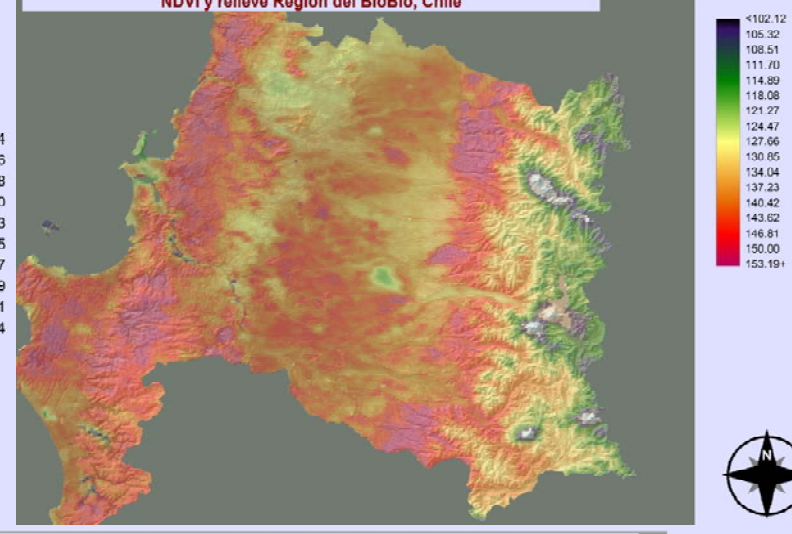
Modelación influencia factor climático-lluvia

Modelación influencia factor vegetacional

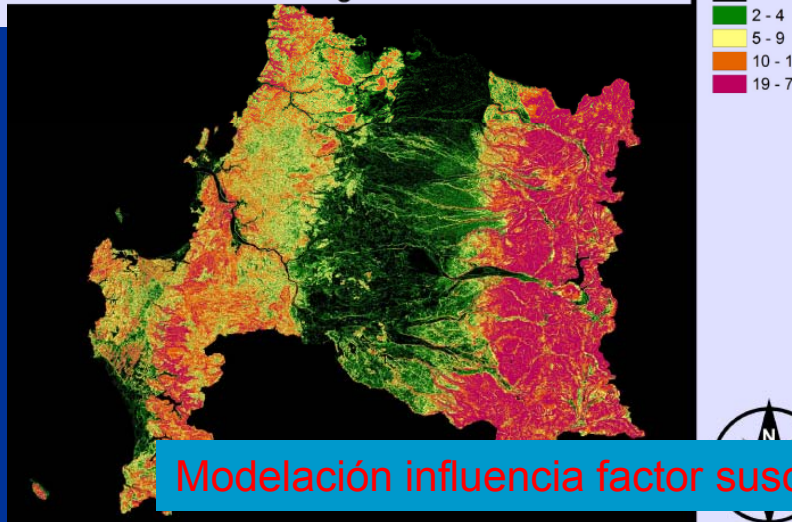
Erosividad de la lluvia, región del Biobío, Chile



NDVI y relieve Región del Biobío, Chile



Pendientes region del Biobio



Series de suelo, región del Biobío, Chile



Modelación influencia factor susceptibilidad del suelo a la erosión

# Consideraciones finales

- La política de diversificación de matriz energética
- El cambio climático
- El desarrollo de prácticas agronómicas
- La valoración del ciclo de vida de los biocombustibles (LCA) incluyendo sus materias primas

A blue tractor pulling a red trailer through a golden field under a cloudy sky. The tractor is moving from left to right, and the trailer is carrying a large piece of machinery. The field is a mix of golden and green crops. The sky is overcast with grey clouds.

GRACIAS



# Método: Restricciones

$$A = R \times K \times (LS) \times C \times P$$

Wischmeier y Smith (1978)

Clima (R)  
Suelo (K)  
Topografía (LS)  
Manejo del cultivo (C)  
Prácticas de soporte (P)

PP anual

R

$$R = a + b \sum P(i)^2 / P_A$$

Tipo suelo  
%MO  
Textura  
Permeabilidad

Carbono en  
MCS)

K

$$100K = 10^{-4} * 2,71 M^{1,14} * (12-a) + 4,20 (b-2) + 3,23 (c-3)$$

contiene 450 kg de

turnover (2002)

Pendiente  
Largo ladera

LS

$$LS = \sqrt{f (0,0138 + 0,0096s + 0,00138 s^2)}$$

Escenarios de MSC

Factor  
cobertura

o de MCS estimado de 3,0 - 1,0 Mg C ha/año  
o de M...  
(2006)

C

$$C = \exp [\alpha * NDVI / (\beta - NDVI)]$$

**GRACIAS**